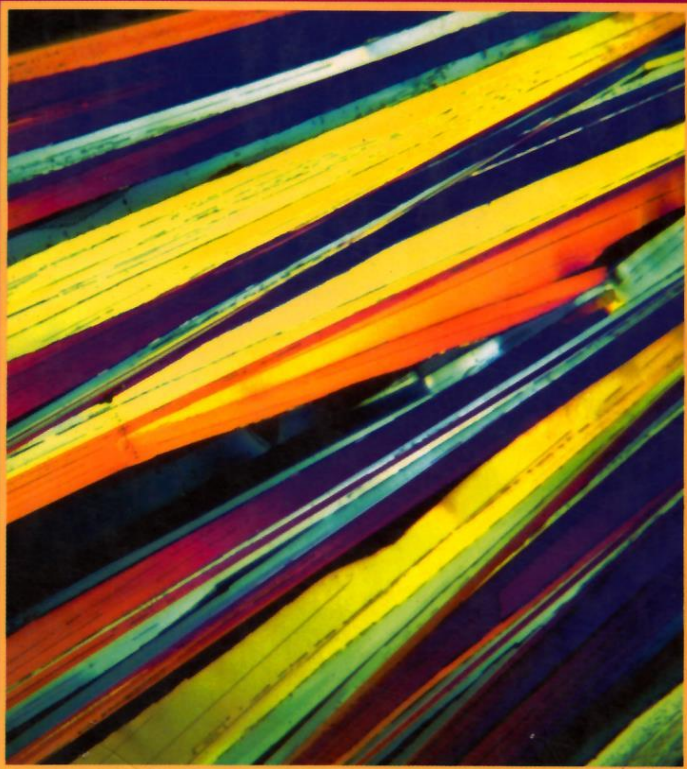


MARIO BUNGE



LA CAUSALIDAD

EL PRINCIPIO
DE CAUSALIDAD EN LA
CIENCIA MODERNA



EDITORIAL SUDAMERICANA

LA CAUSALIDAD

El principio de causalidad
en la ciencia moderna

Diseño de tapa: María L. de Chimondeguy / Isabel Rodríguez

MARIO BUNGE

LA CAUSALIDAD

El principio de causalidad
en la ciencia moderna

EDICIÓN REVISADA

EDITORIAL SUDAMERICANA
BUENOS AIRES

PRIMERA EDICIÓN EN EDITORIAL SUDAMERICANA

Título de la obra original:
*Causality. The place of the causal principle
in modern science.* Cambridge, Massachusetts,
Harvard University Press, 1959.

Traducción: Hernán Rodríguez

La revisión técnica de esta edición estuvo a cargo del autor.



IMPRESO EN LA ARGENTINA

*Queda hecho el depósito
que previene la ley 11.723.*
© 1997, Editorial Sudamericana S.A.,
Humberto I 531, Buenos Aires.

ISBN 950-07-1288-1

PRÓLOGO A LA PRESENTE EDICIÓN

En 1959, cuando apareció este libro, la palabra “causalidad” había caído en desuso en los medios científicos y filosóficos. En los primeros se sostenía que la física cuántica había sustituido la causalidad por el azar; y en los segundos se aseguraba que el concepto era “metafísico”, puesto que el nexo entre causa y efecto es inobservable. Por estos motivos la publicación de este libro causó cierta sensación en los medios académicos norteamericanos y europeos. Fue reeditado dos veces, la última en 1979. Asimismo, fue reseñado en muchas revistas científicas y filosóficas, y traducido al alemán, castellano, húngaro, italiano, japonés, polaco y ruso.

Desde entonces se han publicado muchísimos estudios sobre el tema. Yo mismo lo he retomado en el tercer tomo de mi *Treatise on Basic Philosophy* (Dordrecht-Boston: Reidel, 1977), y en mi artículo “The revival of causality”, incluido en el segundo tomo, págs. 133-56, de *Contemporary Philosophy*, compilado por Guttorm Fløistad (La Haya-Boston: Martinus Nijhoff, 1982). En estas publicaciones he intentado exactificar la relación causal con ayuda del formalismo del espacio de los estados. En estos textos también he criticado la tentativa de reducir la causalidad a la probabilidad. He hecho notar que muchas veces, cuando se calcula o mide la probabilidad de que el evento C sea seguido por el evento E, se supone tácitamente que E es efecto de la causa C.

En resumen, pues, el problema de la causalidad sigue teniendo tanta actualidad como cuando Aristóteles lo trató sistemáticamente por primera vez. Lo que han

cambiado son los planteos del problema y las soluciones que se le han propuesto. Es plausible suponer que tanto los primeros como las segundas vuelvan a cambiar a la luz de avances científicos y filosóficos. Esta mutabilidad es característica de los problemas filosóficos importantes.

MARIO BUNGE

Foundations and Philosophy of Science Unit,
McGill University,
Montreal, primavera de 1997.

PREFACIO

Éste es un ensayo sobre el determinismo; en particular, sobre el determinismo causal o, más brevemente, sobre la causalidad. Para algunos la causación y la determinación —y en consecuencia el causalismo y el determinismo— son sinónimos. Pero, para la mayoría de quienes se ocupan de estos temas, el determinismo es una forma especial, extrema, de la causalidad y hasta diríamos peculiarmente desagradable, pues se lo culpa —aunque de modo infundado— de negar al hombre la posibilidad de modificar el curso de los acontecimientos. Yo me adhiero a la minoría que considera el determinismo causal como una forma especial del determinismo: aquella clase de teorías que sostienen la validez ilimitada del principio causal, y excluyen todo otro principio de determinación. El fundamento racional para considerar la causalidad como una forma del determinismo, y no a la inversa, es que la ciencia moderna emplea muchas categorías no causales de determinación o producción legal, tales como la estadística, la estructural y la dialéctica, por más que a menudo se las exprese con un lenguaje causal.

En este libro, ni se acepta plenamente el principio de causalidad ni se lo rechaza por completo. Me he propuesto analizar el significado de la ley de causación y llevar a cabo un examen crítico de las alegaciones opuestas de que ella rige sin restricciones (causalismo) y de que no es sino un fetiche pasado de moda (acausalismo). He tratado de hacerlo estudiando la función real del principio de causalidad en diversas ramas de la ciencia moderna. Empero, creo haber podido evitar

los tecnicismos, salvo en unos pocos pasajes —que pueden saltarse—, pues este libro está dirigido al público científico y filosófico general.

La más importante conclusión del antedicho examen es que el principio de causalidad no constituye ni una panacea ni una superstición; que la ley de causación es una hipótesis filosófica que se utiliza en la ciencia y que tiene validez aproximada en ciertos terrenos, donde compete con otros principios de determinación. De este análisis ha surgido también, a manera de subproducto, una revisión de diversos tópicos metacientíficos, desde el status de los objetos matemáticos hasta la naturaleza y las funciones de la ley, la explicación y la predicción científicas.

He seguido un orden sistemático y no histórico; pero, como probablemente cuantas ideas se han concebido acerca de la causación subsisten todavía y creyendo que un genuino interés por las ideas conduce siempre a averiguar su desarrollo histórico, he mencionado por lo regular algunas de las raíces históricas de las principales ideas examinadas; más exactamente, he recordado sólo algunas de sus raíces occidentales: sería difícil excusar esta limitación. Más severa aun es la restricción que afecta al tipo de ejemplos elegidos; me temo que la física se haya llevado la parte del león. Podría intentar disculparme de esta preferencia arguyendo que, después de todo, la física hace las veces del león en las llamadas ciencias empíricas, cosa que probablemente sea cierta; pero será más franco admitir que esa parcialidad, que confío no sea exagerada, es tan sólo un síntoma de deformación profesional.

Los pescadores de perlas harán en este libro una buena cosecha; yo mismo reconozco que cuanto contiene es discutible y, por lo tanto, sustituible o mejorable. Al revés del comentario dogmático y de la especulación arbitraria, la filosofía científica es esencialmente crítica y autocorrectiva y exige que sus afirmaciones se sometan a prueba. Creo como muchos otros —y cada vez son

más— que la filosofía sólo merece llamarse ‘científica’ en la medida en que sus hipótesis son susceptibles de alguna clase de prueba, ya sea directa —por su compatibilidad lógica con un conjunto dado de principios— o indirecta, por las consecuencias verificables que tales ideas puedan tener en la actividad práctica humana y en la investigación científica.

Este libro no conformará a ortodoxia alguna; si lo hiciera, lo tendría por un fracaso. No porque me haya propuesto la novedad por la novedad misma, sino porque a mi entender ninguna escuela filosófica en particular ha llegado a ofrecer una solución provisional satisfactoria al problema del determinismo. Además, podría alegarse que ningún filósofo contemporáneo ha llevado a término un análisis y una sistematización de las categorías de la determinación comparables con los que debemos a Aristóteles. En cambio, son varias las modernas filosofías de la ciencia y las ontologías influidas por ésta donde pueden hallarse, dispersos, elementos valiosos para un enfoque científico moderno del problema de la determinación.

Me daría por satisfecho si este libro indujera a nuevas y fructuosas controversias sobre la tan debatida cuestión de la causalidad y suscitara, aunque sólo fuese por reacción, otras reflexiones sobre el inagotable problema del determinismo. También espero que pueda originar nuevas ideas que sirvan para mejorar lo que en él se dice.

MARIO BUNGE

RECONOCIMIENTO

El contenido de este libro, en sus líneas más generales, fue tema de discusión en el Círculo Filosófico de Buenos Aires (1954), con la participación del doctor Enrique Mathov, el señor Hernán Rodríguez, el profesor Manuel Sadosky y el profesor José F. Westerkamp, a todos los cuales debo agradecer observaciones críticas esclarecedoras. También me he beneficiado con las aportadas por mis colegas y alumnos del Instituto Pedagógico de la Universidad de Chile, donde expuse la mayor parte de esta obra en forma de lecciones (1955). Igualmente debo agradecer sus críticas y sugerencias a los profesores Henry Margenau (Yale), Ralph Schiller (Stevens Institute of Technology) y Gerold Stahl (Universidad de Chile), así como a un crítico anónimo perteneciente a la Universidad de Cornell. También estoy reconocido por el aliento que me han brindado los profesores Félix Cernuschi (Montevideo), Georg Klaus (Berlín) y Willard V. Quine (Harvard), al igual que el Conselho Nacional de Pesquisas (São Paulo, 1953) y la Fundación Ernesto Santamarina (Buenos Aires, 1954), entidades que costearon mis estudios sobre las llamadas interpretaciones causales de la mecánica cuántica. Pero quien más me ha estimulado ha sido el profesor David Bohm —el David que enfrentó al Goliath de la indeterminación cuántica—, con quien tuve el privilegio de discutir acerca del determinismo durante un par de años, tanto verbalmente como por correspondencia. Sin

el consejo, el estímulo y la crítica de las antedichas personas y sin el apoyo de las mencionadas instituciones, tanto más apreciado cuanto que se me brindó en momentos difíciles, es indudable que este libro estaría por debajo de su nivel actual. Pero, de todos modos, los errores que contenga son míos propios, y sólo confío en que algunos de ellos puedan ser lo suficientemente interesantes como para merecer refutación.

Por último, agradezco a mi viejo amigo Hernán Rodríguez esta cuidadosa versión, trabajo difícil por la escasez de bibliografía metacientífica en castellano, escasez que hizo necesario acuñar algunos neologismos.

MARIO BUNGE
Diciembre de 1956.

PRIMERA PARTE

Aclaración semántica

ADVERTENCIA

Se ruega al lector que no asigne a las palabras 'causalidad' y 'determinismo', según aparecen en el texto, los significados que acostumbra atribuirles. Las definiciones de éstos y otros términos clave se formulan en la primera parte de este libro.

Los pocos signos matemáticos y lógicos, elementales, que aparecen en el texto no debieran cohibir a nadie, pues por lo general están explicados en lenguaje corriente.

A menos que se manifieste explícitamente, la bastardilla en las citas pertenece a los autores citados.

Las referencias a libros se dan en el texto en forma resumida. Los respectivos detalles se encontrarán en la bibliografía que figura al final del volumen.

1. Causación y determinación, causalismo y determinismo

La asombrosa confusión que prevalece en la literatura filosófica y científica contemporánea con respecto a los significados de las palabras ‘causación’, ‘determinación’, ‘causalidad’ y ‘determinismo’, nos obliga a comenzar fijando la terminología. En el presente capítulo pondremos cierta nomenclatura y esbozaremos la ubicación de la determinación causal en el marco del determinismo general.

1.1. CAUSACIÓN, PRINCIPIO CAUSAL Y DETERMINISMO CAUSAL

1.1.1. *El triple significado de la palabra ‘causalidad’*

La palabra ‘causalidad’ tiene, lamentablemente, no menos de tres significados principales, lo cual es un claro síntoma de la larga y tortuosa historia del problema de la causalidad. En efecto, una sola y misma palabra, ‘causalidad’, se emplea para designar: *a)* una *categoría* (correspondiente al vínculo causal); *b)* un *principio* (la ley general de causación); y *c)* una *doctrina*, a saber, aquella que sostiene la validez universal del principio causal excluyendo los demás principios de determinación.

Para evitar en todo lo posible el peligro de confusión, será conveniente que tratemos de atenernos a una nomenclatura determinada, correspondiente a tal variedad semántica. Llamaremos pues:

a) *causación*, a la conexión causal en general, así como a todo nexo causal particular (tal como el que existe entre las llamas en general y las quemaduras por ellas producidas en general, o entre una llama particular dada y una quemadura particular por ella producida);

b) *principio causal*, o principio de causalidad, al enunciado de la ley de causación, en esta forma u otra similar y si es posible más refinada: la misma causa siempre produce el mismo efecto. Será conveniente restringir la denominación de '*ley causal*' a enunciados particulares de la determinación causal, tales como "Las llamas invariablemente causan quemaduras en la piel humana"; y finalmente,

c) *determinismo causal*, o *causalismo*, y a menudo simplemente causalidad, a la doctrina que afirma la validez universal del principio causal. Entre las formulaciones que se han hecho del núcleo de esta teoría se cuentan las siguientes: "Todo tiene una causa", "Nada sucede en el mundo sin causa", "Nada puede existir ni dejar de existir sin causa", "Todo lo que llega a ser, nace por obra de alguna causa", "Cuanto tiene comienzo debe tener alguna causa".

En resumen, mientras el principio causal enuncia la forma del vínculo causal (causación), el determinismo causal afirma que todo ocurre de acuerdo con la ley causal.

1.1.2. *La causación: ¿categoría puramente gnoseológica de relación, o categoría ontológica?*

Según aquí la entendemos, la causación es sinónimo de nexo causal, aquella conexión entre los aconteci-

mientos que Galileo¹ describió como “una conexión firme y constante” y que trataremos de definir con más precisión en el capítulo 2. Pero, ¿cuál es la índole de la categoría de causación? ¿Es una forma de la interdependencia y tiene en consecuencia condición ontológica? O bien, ¿será la causación una categoría puramente gnoseológica que si existe en algún lugar es tan sólo en nuestra descripción de la experiencia?

La moderna controversia acerca de esta cuestión comenzó con la crítica escéptica y empirista. De acuerdo con el empirismo moderno, la índole de la categoría de la causación es puramente gnoseológica; o sea, que la causación sólo concierne a nuestra experiencia acerca de las cosas y a nuestro conocimiento de ellas sin ser un rasgo de las cosas mismas, por lo que toda referencia a la causación debe hacerse en lenguaje formal y no material.² Así Locke³ propone las siguientes definiciones: “Aquello que produce cualquier idea simple o compleja recibe el nombre general de ‘causa’; y aquello que es producido, el de ‘efecto’”. Así al observar que en la

¹ Galileo (1632), *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (Cuarto Día), en *Opere*, vol. VII, pág. 471: “Si es verdad que un efecto tiene una sola causa primaria [*cagione* = causa, razón o fundamento] y que entre la causa y el efecto hay una conexión firme y constante [*ferma e costante connessione*], debe entonces concluirse necesariamente que allí donde se perciba una alteración firme y constante en el efecto habrá una alteración firme y constante en la causa.” Cf. también la pág. 444.

² Lenzen (1954), *Causality in Natural Science*, pág. 6: “La causalidad es una relación dentro del dominio de los objetos conceptuales. La relación de causa y efecto se refiere a acontecimientos conceptuales, sin tomar en cuenta la relación de éstos con la realidad.” Cf. también Frank (1937), *Le principe de causalité et ses limites, passim*, donde la relación causal es confinada a los datos de la experiencia.

³ Locke (1690), *An Essay Concerning Human Understanding*, lib. II, cap. XXVI, secc. 1.

sustancia que llamamos 'cera' la fluidez —idea simple que no estaba antes en ella— es producida de modo constante por la aplicación de cierto grado de calor, llamamos a la idea simple de calor, en relación con la fluidez en la cera, *causa* de ésta; y a la fluidez, su *efecto*." Además, lo mismo que Kant después de él, Locke sostuvo que el principio causal es "un verdadero principio de la razón"; una proposición con contenido fáctico, pero no establecida con ayuda de los sentidos externos.

La concepción de la causación como mera construcción mental, como fenómeno puramente subjetivo, fue subrayada por los sucesores de Locke, Berkeley⁴ y Hume⁵, así como por Kant⁶. Pero, mientras que Locke había considerado la causación como una *conexión*, viendo en la producción su rasgo distintivo, sus sucesores sostuvieron que la causación es sólo una *relación*⁷, y además una relación que vincula experiencias y no he-

⁴ Berkeley (1721), *De motu (Sobre el movimiento)* seccs. 41, 71 y *passim*, en *Works* (Ed. Fraser), vol I, advierte que, debido al carácter puramente mental de la causación, las verdaderas "causas eficientes del movimiento" quedan por entero fuera del alcance de la mecánica y caen, por el contrario, en el dominio de la metafísica.

⁵ Hume (1740), *A Treatise of Human Nature*, lib. I, tercera parte, seccs. II-IV; (1748), *An Enquiry Concerning Human Understanding*, secc. VII. Hume usa indistintamente las palabras relación y conexión; pero siempre para designar una relación originada en una comparación entre percepciones o "ideas".

⁶ Kant (1781, 1787), *Kritik der reinen Vernunft* (B), págs. 163 y sigs. Según Kant, la ley causal no se aplica a las cosas, sino tan sólo a la experiencia, es decir, al mundo fenomenal; pero no al noumenal, por no ser más que una prescripción que nos permite ordenar o rotular los fenómenos para poder leerlos *qua* experiencias.

⁷ Las conexiones deben considerarse como una subclase de las relaciones. Si decimos que "Juan es más alto que Pedro", enunciamos una *relación* entre Juan y Pedro; pero si decimos que "Juan es el socio de Pedro", enunciamos una relación conectiva entre dos individuos.

chos en general. Hume subrayó este punto en particular entendiendo que no sería posible verificar empíricamente que la causa *produce* o engendra el efecto, sino tan sólo que el acontecimiento (experimentado) llamado 'causa' está invariablemente asociado con el acontecimiento (experimentado) llamado 'efecto', o que el primero es invariablemente seguido por el segundo, argumento que, desde luego, se funda en la suposición de que sólo entidades empíricas pueden figurar en cualquier discurso relativo a la naturaleza o a la sociedad.

La doctrina empirista de la causalidad será examinada a fondo en el curso de este libro, especialmente teniendo en cuenta la difundida creencia de que Hume dio la solución final, o casi final, del problema de la causalidad. Por ahora tan sólo enunciaremos la hipótesis opuesta, es decir, que la causación no es una categoría de *relación* entre *ideas* sino una *categoría de conexión y determinación* que corresponde a un rasgo real del mundo fáctico (interno y externo), de modo que tiene índole ontológica, por más que como cualquier otra categoría de esa índole suscite problemas gnoseológicos⁸. La causación según aquí la entendemos no sólo es un componente de la experiencia, sino también una forma objetiva de la interdependencia, que tiene lugar aunque sólo sea de modo aproximado entre los acontecimientos reales; por ejemplo, entre los sucesos de la naturaleza y entre los de la sociedad.

Pero antes de que podamos averiguar si la causación es una categoría de determinación y mucho antes de

⁸ Entendemos aquí por ontología la teoría de los aspectos más generales de la realidad, que incluye tanto el estudio de las categorías (por ejemplo, la de espacio) como el análisis de las leyes genéricas (por ejemplo, el principio causal).

que nos sea dado esperar demostrar que —aunque así se la haya usado hasta ahora en ciencia y en filosofía— no es ella la única categoría de determinación, debere-mos examinar el significado de este último término.

1.2. HACIA UN CONCEPTO GENERAL DE LA DETERMINACIÓN

1.2.1. *Dos significados de 'determinación': propiedad y conexión constante*

Examinemos brevemente los diferentes usos de 'cau-sación' y 'determinación', dos conceptos que a menudo son tenidos por equivalentes⁹, aunque algunos filósofos han reconocido su diferencia¹⁰. En el uso corriente la palabra 'determinación' designa varios conceptos dife-rentes, entre los cuales interesan particularmente a este estudio: *a)* el de *propiedad* o característica, *b)* el de *conexión necesaria* y *c)* el de *proceso*, mediante el cual un objeto ha llegado a ser lo que es, o sea, la forma en la cual un objeto adquiere sus determinaciones en el sentido de *a)*.

En su primera acepción, 'determinación' es sinónimo de 'característica', ya sea cualitativa o cuantitativa; esto es lo que *determinatio* significaba en el latín pos-romano y así se emplea el término en diversos idiomas

⁹ Cf. University of California Associates (1938), "The Freedom of the Will", repr. en *Readings in Philosophical Analysis*, Feigl y Sellars (compils.), pág. 602: "Determinación y causación son, por cierto, conceptos idénticos. A determina B y A causa B son proposiciones idénticas". Cf. también Ayer (1940), *The Foundations of Empirical Knowledge*, cap. IV, esp. págs. 179 y sigs.

¹⁰ Por ejemplo, Hartmann (1949), *Neue Wege der Ontologie*, pág. 56: "Causa y efecto constituyen sólo una entre muchas formas de determinación".

europeos, especialmente en alemán (*Determination* y *Bestimmung*). En este sentido, determinado es aquello que tiene características definidas y que por lo tanto puede caracterizarse en forma inequívoca; cuando esta palabra se aplica a descripciones y definiciones equivale a preciso o definido, en contraposición a vago. Así Locke¹¹ llama *determinadas* a las ideas que Descartes había descrito como claras y distintas; y Claude Bernard¹² llama *indeterminados* a los hechos reunidos sin precisión, los hechos mal definidos que “constituyen verdaderos obstáculos para la ciencia”.

Pero en ciencia el uso más frecuente de la palabra ‘determinación’, en cuanto aquí nos interesa, parece ser el de *conexión constante y unívoca* entre cosas o acontecimientos, o entre estados o cualidades de las cosas, así como entre objetos ideales. (Así aquellas máquinas que siguen cursos regulares y reproducibles —y por ello completamente predecibles— reciben el nombre de *determinadas*¹³; sus estados sucesivos se siguen uno a otro en forma inmutable con exclusión de estados nuevos, inesperados, por oposición a las máquinas *indeterminadas*, cuyos estados sólo pueden determinarse estadísticamente y constituyen asimismo un conjunto abierto, o sea, que admite nuevos elementos.) Si por *necesario* quiere darse a entender lo que de constante y unívoco hay en una conexión¹⁴, entonces en el sentido *b)* la palabra ‘determinación’ quiere decir lo mismo que *conexión necesaria*.

¹¹ Locke (1690), *An Essay Concerning Human Understanding* (*Epistle to the Reader*), pág. XV.

¹² Bernard (1865), *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, 2ª ed., primera parte, cap. II, secc. VII.

¹³ W. Ross Ashby (1956), *An Introduction to Cybernetics*, pág. 24.

¹⁴ Margenau (1950), *The Nature of Physical Reality*, pág. 407.

Si se conoce la forma de una conexión necesaria particular, será posible inferir algunas características de ciertos *relata* a partir del conocimiento de otros *relata*. Así, por ejemplo, la relación 'doble', o sea $y = 2x$, nos permite derivar en forma inequívoca el valor de y siempre que se haya especificado el de x . Análogamente una ecuación tal como

$$x - 1 = 0 \quad (1.1)$$

se llama *determinada* porque tiene una solución única ($x = 1$). En cambio la ecuación

$$x + y - 1 = 0 \quad (1.2)$$

se llama *indeterminada* porque, si bien expresa una rígida interdependencia entre x e y , se necesita otro dato (o sea otra ecuación), para resolver el problema. Tal como aparece, la ecuación (1.2) admite infinitas soluciones; en otras palabras, el problema *no se determina en forma única*, aunque cualquier respuesta en particular (del tipo de $x = 1/3$, y $y = 2/3$), lejos de ser ilegal, responderá a la ley $x + y - 1 = 0$. Por lo tanto, probablemente sería mejor llamar a esas ecuaciones 'parcialmente determinadas' o 'incompletamente determinadas', por oposición a las del tipo anterior, que son plenamente determinadas o completamente determinadas.

1.2.2. *Las conexiones constantes y unívocas no son forzosamente causales*

En cuanto a las ciencias de la naturaleza y de la sociedad, las variables x , y , ..., pueden simbolizar propiedades de objetos concretos; y funciones tales como

$y = f(x)$ pueden, en consecuencia, designar relaciones entre cualidades o entre intensidades de cualidades. Así, la dilatación térmica de una varilla metálica se produce (aproximadamente) de acuerdo con la ley:

$$L(t) = L(0) (1 + \alpha t), \quad (1.3)$$

donde $L(0)$ representa la longitud de la varilla a la temperatura $t = 0$, y α designa el coeficiente de dilatación térmica. Esta ley se considera generalmente como un ejemplo del principio causal, a saber, como la transcripción matemática de la ley causal que dice que “el calor provoca la dilatación de los metales”. Para poner a prueba esta interpretación causal de (1.3), escribámosla en la siguiente forma, matemáticamente equivalente:

$$\alpha t = \frac{L(t) - L(0)}{L(0)} \quad (1.3')$$

El segundo miembro representa en verdad el valor relativo del efecto o sea la dilatación relativa. Pero el primer miembro αt no sólo contiene la intensidad de una cualidad perteneciente *tanto* al “agente” como al “paciente”, a saber, la temperatura t sino también α , que denota una propiedad termoelástica (una disposición) característica del trozo de metal y que nada tiene que ver con la naturaleza específica del agente extrínseco (fuego, agua caliente, radiación, etc.), que produce la modificación en cuestión (la dilatación). En suma, mientras el segundo miembro de nuestra relación representa el efecto (dilatación), el primero no representa la causa (calentamiento), o por lo menos no lo hace en forma tan satisfactoria. De modo que (1.3) es una rela-

ción plenamente determinada (constante y unívoca), es decir, que representa una conexión necesaria entre las cualidades de longitud y de temperatura, por una parte, y la disposición dilatabilidad, por la otra; pero no refleja la conexión causal entre el agente calefactor y el efecto que éste produce. Esto debería bastar por ahora para sugerir la inadecuación de la interpretación funcional de la causación, que examinaremos más detenidamente en 4.1.

En caso de que el ejemplo anterior no pareciera lo bastante moderno, podríamos recordar la famosa ley einsteiniana de la equivalencia numérica de la masa m de un cuerpo y su energía E :

$$E = mc^2, \quad (1.4)$$

donde c simboliza la velocidad de la luz en el vacío. Ésta, también, es una relación que expresa una conexión necesaria entre propiedades de un objeto físico. Se puede y se suele decir que el valor numérico de una de las propiedades es *determinado* por los valores de la propiedad que participa de la relación. Pero es claro que, cuando se lo usa en esta forma, el término 'determinación' no expresa la actividad y la productividad inherentes a la causación. Y no podría ser de otro modo, por cuanto ni la temperatura ni la masa son agentes, acontecimientos o fenómenos físicos, sino cualidades de objetos físicos. En otras palabras, como las cualidades y las disposiciones no tienen en sí mismas virtud productiva alguna, las leyes (1.3) y (1.4) *no son leyes causales* por más que expresen conexiones necesarias. Por ello la palabra 'determinación' se usa, en relación con ellas, en un sentido más restringido que el de causación, a saber, en el de relación necesaria (constante y unívoca) entre propiedades.

Este punto se ve aun más claro si en la función $y = f(x)$ se interpreta la variable independiente como el tiempo. Por ejemplo, la velocidad $v(t)$ adquirida por un cuerpo en caída libre después de haber transcurrido t segundos, es igual a

$$v(t) = gt + v_0, \quad (1.5)$$

siendo g y v_0 constantes. Puede decirse que $v(t)$ es *determinada* por t ; pero no, por supuesto, en el sentido de ser *producida* por ella, pues el tiempo no tiene virtud productiva propia salvo en un sentido muy metafórico. Tanto la conexión unívoca entre $v(t)$ y t como la hipótesis de que tal conexión es constante (invariable), nos permiten en principio predecir el valor de la velocidad después de haber transcurrido un tiempo dado. En general en este sentido restringido, 'determinación' significa posibilidad de cálculo y por tanto de previsión cuantitativa. Lo mismo sucede con la ley (1.3) de la dilatación térmica de una varilla de metal: aunque no contenga el tiempo, nos permitirá predecir el valor $L(t)$ cuando $L(0)$, α y la temperatura t sean conocidas; de modo análogo, la ley de Einstein (1.4) nos permite predecir la energía requerida para desintegrar una molécula, siempre que se conozca su defecto de masa. La aparente paradoja de la predicción con ayuda de leyes que no contienen tiempo, se disipa tan pronto se recuerda que el tiempo interviene en *nuestro* uso de dichas leyes.

Pero el significado de las leyes naturales no se reduce a la posibilidad de tomarlas como base de cálculos, aunque algunos empiristas hayan sostenido justamente eso¹⁵. Por cierto que si la determinación tiene carác-

¹⁵ Schlick (1932), "Causality in Everyday Life and in Recent Science", repr. en *Readings in Philosophical Analysis*, Feigl y Sellars

ter gnoseológico, es porque tiene un apoyo ontológico; de modo que si podemos predecir la intensidad de la propiedad y a partir del valor de la propiedad asociada x y a través de la relación $y = f(x)$, ello sólo ocurre porque tal relación matemática tiene su réplica objetiva, y sólo en la medida en que la tenga. En aquellas ciencias que trabajan con objetos concretos no nos interesamos en el cálculo por el cálculo mismo, sino en aquel que, según suponemos, tiene alguna relación aunque sea remota con sucesos y procesos reales. Vale decir que en esas ciencias (al contrario de la matemática) el cálculo significativo y útil resulta de la hipotética validez objetiva de los enunciados legales, con cuya ayuda se calcula.

1.2.3. *Un tercer significado de 'determinación': modo de devenir*

De lo que antecede podemos concluir que la palabra 'determinación', como se la usa *en ciencia*, tiene un significado muy restringido: significa menos que determinación causal, pues si bien denota conexión constante y unívoca —la cual es por cierto una característica del vínculo causal—, carece en cambio del esencial ingrediente de la productividad. En otras palabras, el corriente significado científico de la palabra 'determinación' no se superpone a la tercera acepción que de ese

(compils.), pág. 525: "Veamos cómo usa el hombre de ciencia la palabra determinación y entonces veremos qué *quiere decir* con ella. Cuando dice que el estado E en el instante t está determinado por el estado C en el instante t_0 , quiere decir que sus ecuaciones diferenciales (sus leyes) le permiten calcular E siempre que conozca C y las condiciones de contorno. Determinación, pues, significa posibilidad de cálculo, y *nada más*." Cf. también Guido Castelnuovo, "Il Principio di causalità", *Scientia* 60, 61, (1936), donde el determinismo es definido como posibilidad de predicción precisa.

término hemos registrado, a saber, la forma (acto o proceso) en la cual un objeto adquiere una propiedad. En este sentido, 'determinado' no es sólo aquello que está plenamente cualificado (y es por ello susceptible de descripción inequívoca), no sólo aquello que tiene características definidas, sino también aquello que las ha adquirido en una o más formas definidas. Esta adición puede al principio parecer ociosa; pero no lo es, pues de acuerdo con el indeterminismo puede haber determinación en los sentidos *a)* y *b)*, mas no en el sentido *c)*. Claro está que, según los partidarios del accidentalismo —o tiquismo como lo llamó C. S. Peirce— las cosas pueden tener características definidas, pero las adquieren en forma ilegal (y por tanto impredecible): nada determina su ser, y los sucesos sobrevienen aquí y allá sin antecedente ni condición contemporánea alguna.

Entre las formas más simples de determinación en el sentido *c)* se cuenta la adquisición, por los objetos concretos, de características cuantitativas sin la emergencia de nuevas cualidades, sino mediante la evolución continua. Éste es el tipo de determinación que tiene en vista el determinismo mecánico, que considera las cualidades como algo fijo y, en consecuencia, sólo toma en cuenta los cambios cuantitativos. La descripción que hizo Poincaré¹⁶ de este tipo particular de determinismo (que él llamaba *l'hypothèse déterministe*) vale la pena ser recordada, por su concisión, claridad y amplia aceptación¹⁷. Según Poincaré, "en la hipótesis determinista el estado del universo se determina mediante un núme-

¹⁶ Poincaré (1908), *Thermodynamique*, 2a. ed., pág. IX.

¹⁷ Para una definición similar de "sistema determinista" ver Russell (1912), "On the Notion of Cause", en *Mysticism and Logic*, pág. 188.

ro n excesivamente grande de parámetros, que llamaré $x_1, x_2, \dots, x_n$. Si los valores de esos n parámetros se conocen en un momento dado, al igual que sus derivados temporales, también pueden calcularse entonces los valores de esos mismos parámetros en un momento previo o uno posterior: esos n parámetros satisfacen n ecuaciones diferenciales de la forma

$$\frac{dx_i}{dt} = \psi_i(x_1, x_2, \dots, x_n), i = 1, 2, \dots, n''.$$

Pero no toda pauta de cambio se adapta al antedicho esquema: las cosas pueden adquirir sus determinaciones en formas distintas de las previstas por la ciencia de la mecánica y por las ontologías mecanicistas. Hay en el mundo cambios cualitativos además de variaciones cuantitativas, de modo que el determinismo mecánico no es sino una subclase de lo que llamaré *determinismo general* o determinismo *lato sensu*.

La determinación no tiene por qué verse limitada a realizarse tan sólo mediante variaciones cuantitativas, como lo sostiene el determinismo mecanicista; ni tiene por qué producirse tan sólo por compulsión externa, como lo pretende el determinismo causal; ni tiene por qué ser unívoca o bien definida, como lo afirman tanto el determinismo causal como el mecanicista. Todo lo que hace falta para sostener el determinismo en sentido general es admitir la siguiente hipótesis: que los acontecimientos ocurren en una o más formas definidas (determinadas), que tales formas de devenir no son arbitrarias sino legales y que los procesos a través de los cuales todo objeto adquiere sus características se desarrollan a partir de condiciones preexistentes. (Los componentes esenciales del determinismo general se describirán con mayor precisión en 1.5).

1.2.4. *¿Es el azar ajeno al determinismo?*

Hasta el azar, que a primera vista es la negación misma de la determinación, tiene también sus leyes y los accidentes emergen de condiciones preexistentes. Así, la aparición de una “cara” al arrojar una moneda, lejos de ser un acontecimiento ilegal y lejos también de haber surgido de la nada, es el resultado determinado de una determinada operación. Sólo que no se trata del único resultado posible, no es una consecuencia única de un proceso dado o —como también puede decirse— no es un resultado bien definido. Arrojar monedas a cara o cruz es un proceso *determinado* porque: *a)* lejos de ser incondicionado, exige el cumplimiento de condiciones definidas, tales como la existencia de una moneda y de una persona (o máquina) que la arroje, una superficie horizontal donde la moneda pueda caer, un campo gravitatorio, etc.; *b)* lejos de producir resultados completamente indeterminados, arbitrarios, ilegales, el juego de cara o cruz tan sólo produce “caras” y “cruces”, y esto de acuerdo con aquella ley estadística definida según la cual el número de “caras” será casi igual al de “cruces” siempre que la moneda esté bien equilibrada; mientras que si al arrojar la moneda salieran unas veces “caras” y otras elefantes, periódicos, sueños u otros objetos cualesquiera en forma arbitraria y anárquica, sin conexión alguna con las condiciones antecedentes, se trataría de un proceso indeterminado.

En los juegos de azar los resultados finales proceden de condiciones definidas, según leyes también definidas; por consiguiente, no pueden ser utilizados para ejemplificar ni para sostener el indeterminismo, como tan a menudo se hace. Lo que sucede es que los juegos de azar no siguen cierto tipo acostumbrado de ley, a

saber, el newtoniano, sino que obedecen a leyes estadísticas: son *estadísticamente determinados*.

Esto trae a primer plano la cuestión de si la teoría cuántica ha conducido a la bancarrota del determinismo, como tan a menudo se sostiene.

1.2.5. *La teoría de los quanta: ¿restricción del determinismo o de la causalidad?*

La respuesta a la pregunta de si la teoría cuántica acarrea la quiebra del determinismo depende no sólo de la definición del determinismo, sino también de la interpretación de la teoría cuántica que se elija. Por cierto que hay en la actualidad todo un cúmulo de interpretaciones coherentes y empíricamente equivalentes de la mecánica cuántica¹⁸.

La presentación habitual de la teoría de los *quanta*, tal como la han propuesto Bohr y Heisenberg, elimina la causalidad en lo que se refiere a los resultados de la observación, en el sentido de que una "misma" situación física puede ser sucedida en forma impredecible por un gran número (usualmente infinito) de estados diferentes. Pero esta restricción de la *causalidad* no acarrea la quiebra del *determinismo*, por cuanto en tal interpretación se retiene de modo inequívoco la determinación estadística, para no hablar siquiera de las leyes francamente no estadísticas de la mecánica cuántica, tales como las leyes de conservación, las reglas de selección o el principio de exclusión.

Además, hasta la interpretación ortodoxa de la mecánica cuántica restringe el alcance de la causalidad sin rechazarla por entero. Así, cuando escribimos la

¹⁸ Cf. Mario Bunge, "A Survey of the Interpretations of Quantum Mechanics", *The American Journal of Physics*, 24, 272 (1956).

probabilidad de una transición de un sistema físico del estado 1 al estado 2, solemos atribuir esa transición a alguna fuerza (causa) usualmente representada por un potencial de interacción (figura 1). Sólo que la causa y el efecto no están aquí ligados en la forma constante y unívoca afirmada por el principio causal. En otras palabras, la interpretación usual de la mecánica cuántica no barre con las causas y los efectos, sino con los nexos causales rígidos entre unas y otros.

Al calcular y al interpretar tales probabilidades de transición p_{12} , damos a entender: *a)* que las transiciones no son arbitrarias ni salen de la nada, sino que surgen de estados definidos bajo la acción de fuerzas también definidas; así, por ejemplo, podemos comprobar con certeza que un electrón no irradia a menos que lo acelere un campo externo; *b)* que las transiciones no son necesarias, en el sentido de que el estado 2 no emerge de modo regular e inequívoco del estado 1: sólo hay una cierta probabilidad p_{12} de que se produzca ésta entre muchas otras transiciones posibles, lo cual indica que en un gran número N de casos la transición $1 \leftrightarrow 2$ ocurrirá, con certeza casi completa, alrededor de Np_{12} veces.



Fig. 1. Dispersión (*scattering*) de una partícula por un campo de fuerza. La desviación de la partícula no es determinada en forma unívoca, sino que hay varios trayectos posibles; pero de todos modos es causada por la fuerza que deriva del potencial $V(x)$.

En resumen, la interpretación usual de la teoría cuántica no elimina, en realidad, el determinismo en sentido general; no sólo esto, sino que además retiene cierta dosis de causalidad. Pero en cambio restringe drásticamente la forma newtoniana del determinismo según la cual todos los procesos físicos se reducen a cambios de lugar determinados por el estado de movimiento anterior y por fuerzas que obran desde afuera, y los recorridos de las masas puntuales afectadas son trayectorias definidas de modo preciso (plenamente determinadas) en el espacio-tiempo. También puede decirse que el determinismo newtoniano es a la vez superado y englobado por la mecánica cuántica en su interpretación ortodoxa, dado que se mantiene válido en promedio.

Por su parte la filosofía positivista construida sobre la interpretación usual de la teoría cuántica (y en parte entretrejida con ésta), elimina el determinismo; pero al mismo tiempo, también el indeterminismo en el sentido *ontológico*, o sea en relación con el comportamiento de las cosas mismas tales como éstas existen, ya sea que se las observe o no. Propugna en cambio una suerte de *indeterminación empírica*, que empero no excluye leyes estadísticas definidas. En rigor, la interpretación empirista lógica de la mecánica cuántica¹⁹ declara que la indeterminación cuántica se refiere de modo exclusivo a los resultados de la observación y no a la materia misma, considerando que la materia es una ficción metafísica carente de sentido.

Fácil es descubrir la raíz de esta indeterminación empírica: se pretende que el vínculo entre dos estados sucesivos de un sistema atómico es el observador,

¹⁹ Cf. Frank (1946), *Foundations of Physics*, págs. 48 y sigs.

quien actúa libremente con respecto al sistema. En otros términos, el comportamiento del observador es encarado, en esta interpretación, como algo independiente del objeto de observación, pero no a la recíproca: las propiedades del sistema observado son las que el observador decide preparar o "convocar", para emplear el término introducido por un célebre físico. No existiendo conexiones objetivas directas entre los estados consecutivos de un sistema físico, no es sorprendente que se pierda toda forma de determinismo científico en sentido ontológico, con la única excepción de la determinación estadística. Esta clase de indeterminismo es, evidentemente, una consecuencia de la doctrina subjetivista sobre la intervención casi arbitraria del observador, a quien se erige en mago evocador de los fenómenos de escala atómica. La indeterminación cuántica es, pues, una consecuencia de la hipótesis idealista inherente al positivismo moderno²⁰. Volveremos a ocuparnos de este punto en 12.5.

En algunas interpretaciones recientes de la mecánica cuántica, ni siquiera se renuncia por entero al principio causal. Así en la presentación que Bohm²¹ ofrece de la teoría cuántica, el determinismo newtoniano, con su ingrediente causal, queda prácticamente restaurado con el expediente de asignar un significado físico a la función de onda Ψ , que en la interpretación usual sólo cumple una función matemática. Bohm deriva una ecuación de fuerza, según la cual la aceleración de una "partícula" es el efecto de la acción conjunta de las

²⁰ Mario Bunge, "Strife about Complementarity", *British Journal for the Philosophy of Science*, 6, págs. 1 y 141 (1955).

²¹ David Bohm, "A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of «Hidden Variables»", *The Physical Review*, 85, págs. 166 y 180 (1952).

fuerzas externas y de una fuerza nueva, interna, dependiente del campo Ψ que rodea a la "partícula". Y no considera la distribución estadística de los resultados de una medición como una *ultima ratio* ininteligible, sino que la explica como resultado de una interacción definida entre el sistema físico en cuestión y el dispositivo de medición (que es otro sistema físico más). En esta forma, los saltos cuánticos dejan de ser *Urphänomene* elementales (inanalizables); el azar al nivel cuántico deja de ser un factor definitivo, y pasa a ser analizado en ulteriores categorías de determinación. Pero la determinación estadística peculiar a la mecánica cuántica no se elimina así de modo concluyente: lo que se demuestra es que se trata del resultado de procesos que tienen lugar a un nivel inferior. (En 12.5.2 y 13.4.2 se hallarán mayores referencias sobre la reciente revaloración del problema causal en conexión con la mecánica cuántica.)

Ya sea que aceptemos o no alguna interpretación causal de la mecánica cuántica, vemos que esta teoría física en una u otra de sus interpretaciones no prescinde del determinismo en general, sino que cuando mucho desecha el de tipo newtoniano. También comprendemos que, ya se considere o no el azar como un elemento último radical (como lo veían Peirce y Eddington), la determinación estadística tiene que ser tomada en cuenta por toda filosofía de la ciencia moderna: ya no es posible afirmar dogmáticamente que el azar no es sino un nombre de la ignorancia humana, ni expresar la esperanza de que finalmente se demuestre que puede reducirse a causación. El azar es un tipo peculiar de determinación, y sus relaciones con otras categorías de la determinación merecen investigarse.

1.3. EL ESPECTRO DE LAS CATEGORÍAS DE DETERMINACIÓN

Si queremos caracterizar la determinación causal lo más exactamente posible, tenemos que señalar su sitio dentro de la determinación general. Tal como aquí la concebimos, la causación es sólo una entre muchas categorías de determinación. Damos una lista —sin duda incompleta— de las categorías de determinación que aparecen en la ontología de la ciencia moderna.

Autodeterminación cuantitativa: determinación del consecuente por el antecedente. Ejemplos: *a)* Las sucesivas posiciones de un cuerpo macroscópico que se mueve libremente son determinadas, de modo único, por su posición y velocidad en cualquier instante dado. *b)* Las transformaciones espontáneas de un sistema termodinámico aislado son de tal índole que lo conducen a estados de entropía creciente. La autodeterminación cuantitativa es la categoría de determinación que prevalece en el continuo desarrollo de estados que difieren entre sí sólo en sus aspectos cuantitativos; en algunos casos, sobre todo en termodinámica, puede observarse que la autodeterminación cuantitativa surge de procesos caracterizados por otras categorías de determinación, entre ellas la de causación.

Determinación causal o causación: determinación del efecto por la causa eficiente (externa). Ejemplos: *a)* Si se dispara un tiro contra una ventana, el vidrio se romperá. *b)* Si se aplica una fuerza electromotriz a los extremos de un trozo de metal, correrá a través de éste una corriente eléctrica conforme a la ley de Ohm. La categoría de la causación es particularmente notable cuando los principales cambios son producidos por factores externos.

Interacción (o causación recíproca o interdependencia funcional): determinación del consecuente por acción recíproca. Ejemplos: *a)* Las órbitas de una estrella doble son determinadas por su interacción gravitatoria. *b)* El funcionamiento de cada glándula del cuerpo humano depende del de las demás glándulas.

Determinación mecánica: del consecuente por el antecedente, por lo general con la adición de causas eficientes y acciones mutuas. Ejemplos: *a)* Las fuerzas modifican el estado de movimiento de los cuerpos (pero el movimiento puede preexistir a la aplicación de las fuerzas). *b)* Las líneas de flujo de un fluido son determinadas por el estado anterior de éste, por las fuerzas externas que actúan sobre él, por la fricción interna (viscosidad) y por diferencias internas de presión.

Determinación estadística: del resultado final, por la acción conjunta de entidades independientes o semiindependientes. Ejemplos: *a)* En el juego de dados, en un gran número de tiradas, la frecuencia del acontecimiento "sacar dos ases seguidos" es 1:36. *b)* Alrededor de la mitad de las criaturas que nacen son del sexo femenino. Como en el caso de otras categorías de determinación, la determinación estadística puede emerger de procesos ocurridos en niveles inferiores y en los cuales intervienen a su vez otras categorías de determinación.

Determinación estructural (o totalista): de las partes por el todo. Ejemplos: *a)* El comportamiento de un individuo (una molécula en un fluido, una persona en un grupo social, etc.) es determinado por la estructura general del conjunto al cual pertenece. *b)* El funcionamiento de un órgano está parcialmente determinado por las necesidades del organismo en su totalidad. Pero desde luego que el todo, lejos de ser anterior a sus miembros, es a su vez determinado por ellos.

Determinación teleológica: de los medios por los fines u objetivos. Ejemplos: *a)* Las aves construyen sus nidos “para” proteger a sus pichones. *b)* La estandarización es adoptada en la industria para reducir los costos de producción. Es obvio que el hecho de que ciertas estructuras, funciones y conductas estén dirigidas hacia determinadas metas no significa necesariamente que alguien se lo haya propuesto así.

Determinación dialéctica (o autodeterminación cualitativa): de la totalidad del proceso por la “lucha” interna y por la eventual síntesis subsiguiente de sus componentes esenciales opuestos. Ejemplos: *a)* Los cambios de estado de la materia al nivel macroscópico se producen por el juego recíproco y predominio final de dos tendencias opuestas: la agitación térmica y la atracción molecular. *b)* Los intereses en conflicto de los grupos sociales determinan los cambios de la propia estructura social de dichos grupos. Por oposición a la autodeterminación cuantitativa, la dialéctica interna implica cambios cualitativos. Y, desde luego, nada tiene que ver con la contradicción lógica.

Si profundizáramos nuestro análisis, seguramente hallaríamos otros tipos de determinación. Pero de todos modos, la determinación causal sólo se presenta como una entre las diferentes formas de determinación: como uno de los tantos tipos de producción legal (o nomogénesis). Por ello el determinismo causal, o causalidad, situado entre los dos extremos del fortuitismo y el fatalismo, no es sino una variedad del determinismo. Junto con otros tipos de determinación, la causalidad queda incluida en el determinismo general.

1.4. CONEXIONES ENTRE DIFERENTES TIPOS DE DETERMINACIÓN

Toda distinción terminante entre tipos de determinación lleva en sí la suposición de que éstos son *irreductibles* entre sí, o sea que ninguno de ellos puede ser considerado como una simple mezcla de otras formas de producción legal, pues cada uno por separado se caracteriza por una peculiar novedad propia. Esto puede apreciarse examinando las respectivas definiciones de las categorías de la determinación, y cuando se presente la oportunidad lo mostraremos con ayuda de un análisis más detallado.

Lo único que quiero señalar aquí es, en primer término, que las antedichas categorías de determinación, por más que sean mutuamente irreducibles, están sin embargo *relacionadas* entre sí constituyendo una jerarquía de tipos de determinación; y en segundo término que, como consecuencia de esa relación, ocurre que ningún tipo de determinación actúa en forma pura, con exclusión de todos los demás, salvo en casos ideales. Como ejemplo de la primera afirmación podemos tomar la determinación mecánica, que es una peculiar combinación de autodeterminación puramente cuantitativa (en este caso movimiento inercial) y acción recíproca, (susceptible de polarizarse a menudo en causa y efecto); o bien la determinación estadística, que emerge con características propias como resultado de la interacción de un gran número de elementos, individualmente determinados según otros tipos de determinación (p. ej., mecánica, o teleológica). Los diversos tipos de determinación están genéticamente vinculados entre sí y los tipos más elevados *dependen* de los inferiores, sin ser *reducibles* a ellos por completo.

A ningún tipo de determinación puede asignársele una zona donde actúa con exclusión total de los demás

tipos de producción legales. Es verdad que podría tratarse de caracterizar los diferentes sectores de la realidad según el *predominio* relativo de las diversas categorías de determinación; pero con ello no se obtendría ninguna estratificación bien definida. Veamos por ejemplo el dominio de los procesos biológicos, que según los vitalistas se caracteriza de modo terminante y exclusivo por las causas finales. La biología parece emplear hasta cierto punto la teleología, que es inocua si se la depura de sus tradicionales asociaciones anticientíficas; pero también necesita la categoría de la determinación en virtud de procesos internos, esa autodeterminación o libertad que se encuentra en todos los rincones del universo material y que los seres vivientes poseen en sumo grado; la biología también exige, por otra parte, la determinación totalista (en alemán, *Ganzheitsbestimmung*), pues una de las características de los fenómenos vitales es la subordinación organicista de las partes al todo; requiere asimismo determinación estadística, pues en realidad la adecuación de los medios a los fines nunca es necesaria, sino tan sólo estadística; tampoco puede prescindir de la acción recíproca, que en el interior del organismo es característicamente sintética o integradora y que desempeña un papel tan importante en la evolución a través de la selección; y finalmente, desde luego, la biología no puede olvidar las causas extrínsecas eficientes, pues los seres vivos nunca están completamente libres de las influencias compulsivas y a menudo casi unilaterales de su medio ambiente. Así, al parecer, la biología utiliza casi todo el espectro de categorías de determinación, como *a fortiori* lo hacen también las ciencias culturales, que ontológica aunque no históricamente, presuponen la biología, por más que no sean reducibles a ella.

Si estudiáramos con mayor detalle las relaciones entre las diversas formas de determinación, veríamos más claramente que éstas pueden ordenarse según su complejidad creciente, de modo tal que todas menos las dos primeras (autodeterminación cuantitativa y causación) arraigarían en los tipos inferiores. Tendríamos así una escala de grados o niveles de determinación, cada uno de ellos caracterizado por un rasgo peculiar propio, pero fundado en los niveles inferiores.

De modo que no se trata de elegir un tipo de determinación dado a expensas de otros, decretando que la categoría escogida reine de manera incontestada en todos los sectores de la realidad: al igual que todas las soluciones monistas, ésta es demasiado simple para ser adecuada. Por oposición a las filosofías dogmáticas, el examen filosófico de la ciencia moderna nos obliga a comprender que en la descripción y explicación del mundo se emplea, en realidad, un vasto surtido de tipos de producción legal o determinación; que todos ellos tienen su réplica ontológica, aunque no por fuerza en los mismos sectores de la realidad, ni con igual extensión en todos los sectores.

Este esbozo, bastante dogmático, de una teoría de los niveles de determinación, sólo ha tenido por objeto indicar el lugar a la vez modesto y sin embargo indispensable que la causación ocupa en el contexto, más amplio, del determinismo general.

1.5. LOS COMPONENTES ESENCIALES DE TODOS LOS TIPOS DE DETERMINACIÓN: PRODUCTIVIDAD Y LEGALIDAD

1.5.1. *El principio de legalidad u orden*

Si el concepto filosófico de determinación es más amplio a la vez que la acepción usual de tal palabra en

ciencia y que el concepto de causación, el determinismo causal sólo puede ser un tipo especial de determinismo en el sentido más amplio, por más que la mayoría de los autores los confundan en uno solo²².

Pero ¿cuáles son las características esenciales del determinismo en el sentido más amplio? Según algunos filósofos, el determinismo sólo afirma que “todo depende de ciertas condiciones y sólo ocurre cuando dichas condiciones se cumplen²³”.

Pero la dependencia de ciertas condiciones puede ser regular o no. Si el condicionamiento es *regular*, es decir, si se adapta a modelos definidos (pero no forzosamente inmutables), parece preferible llamarlo *legalidad*, o sea conformidad con la ley²⁴. Y *éste* es el tipo de condicionalidad que nos interesa, pues es el que la ciencia trata de establecer.

Ahora bien, el principio de legalidad puede enunciarse así: *Hay leyes*²⁵. Y el principio de legalidad universal, que es un postulado más fuerte, puede expresarse del siguiente modo: *Todo acontecimiento particular es legal*, vale decir, es determinado según un conjunto de leyes objetivas, las conozcamos o no. También puede enunciarse diciendo que *Todo hecho particular es el lu-*

²² P. ej. Bergson (1888), *Essai sur les données immédiates de la conscience*, pág. 151.

²³ N. Hartmann (1949), *Neue Wege der Ontologie*, pág. 57. Desgraciadamente Hartmann, que sólo llegó a familiarizarse con la ciencia en los últimos años de su vida, no daba crédito a la legalidad estadística.

²⁴ La legalidad recibe a veces el nombre de *ordenamiento*: Cf. J. O. Wisdom (1952), *Foundations of Inference in Natural Science*, cap. VIII.

²⁵ Según Russell (1948), *Human Knowledge: Its Scope and Limits*, página 496, “en toda forma verificable, ese postulado sería, ora falso, ora una tautología”.

*gar de un conjunto de leyes*²⁶. Obsérvese que en esta fraseología el principio de legalidad universal no afirma que los hechos sean determinados *por* leyes, sino *según* leyes o, en resumen, *legalmente*. Con lo cual se elude la doctrina idealista según la cual las leyes naturales y sociales no son las formas inmanentes de los hechos, sino que los prescriben *ab extrinseco*²⁷. No hay un Reinado de la Ley; las leyes nada determinan: son las *formas o pautas de la determinación*, y ésta es una de las razones de que *determinación* no sea sinónimo de *legalidad*. Así, por ejemplo, las fuerzas que se ejercen sobre un sistema dinámico contribuyen a la determinación de su movimiento; mas el principio del vínculo mínimo de Gauss-Hertz no *determina* el movimiento a lo largo de la correspondiente trayectoria de mínima curvatura, sino que es tan sólo la forma de la acción de los vínculos sobre el movimiento.

Pero el principio de legalidad no exige que cada fenómeno en particular ocurra siempre del mismo modo dondequiera se cumplan ciertas condiciones: la legalidad universal es compatible con *excepciones* individuales, con sucesos que se producen en un bajo porcentaje de casos. La irregularidad individual en algunos respectos es compatible con la regularidad colectiva, o sea

²⁶ Este enunciado será explicado en 10.4.3.

²⁷ La noción idealista de que las leyes planean por encima de los objetos a los cuales se aplican, a tal punto que los objetos son, en cierto modo, creación de las leyes, es compartida por el kantismo y por el positivismo lógico. Cf. Frank (1938), "Determinism and Indeterminism in Modern Physics", en *Modern Science and its Philosophy*, pág. 178. Ésta es una consecuencia ineludible del principio empirista según el cual sólo puede admitirse la existencia de las cosas en la medida en que sean objeto de experiencia: por ejemplo, de observación o medición.

con el encaje de los individuos afectados en una colección que posea leyes propias, *qua* colección. Los enunciados legales estadísticos son válidos en situaciones en las cuales hay diversas alternativas, y las excepciones no son más que las alternativas menos frecuentes. Además, la propiedad de carecer de excepciones (o mejor dicho, de carecer *casi* de excepciones) no pertenece tanto a los hechos como a los enunciados acerca de hechos: en verdad, los enunciados legales estadísticos se hacen a menudo con mucha exactitud y su probabilidad de ser verdaderos puede aumentarse en forma casi indefinida.

Finalmente, el principio de legalidad no está aparejado con una forma específica de determinismo, como el determinismo causal o el mecánico, contrariamente a lo que Peirce²⁸ afirmara en un famoso ensayo que todavía hoy inspira veneración en algunos círculos.

En suma, siendo el principal objetivo de la ciencia la búsqueda, explicación y aplicación de las leyes, si queremos edificar una teoría ontológica de la determinación sobre bases científicas, tenemos que hacer algunas reservas a la mera condicionalidad como rasgo distintivo del determinismo: tenemos que admitir que no tan sólo ella, sino la condicionalidad regular, o sea la legalidad, es un componente esencial del determinismo general. Pero aun así, la legalidad es insuficiente.

²⁸ Peirce (1892), "The Doctrine of Necessity Examined", en *Philosophical Writings*, pág. 324. Peirce llama "necesarismo" a la creencia en el principio de legalidad universal. Toda su celebrada crítica al principio de la legalidad se funda en una identificación errónea: la de ley científica con ley *mecánica*. Siendo evidente que no todo puede adecuarse a este último tipo de leyes, poco trabajo le costó a Peirce "refutar" el principio de legalidad universal.

1.5.2. *El principio genético*

Aunque suele sostenerse que el determinismo no es sino “la creencia en la absoluta necesidad de las leyes”²⁹, ‘determinismo’ debiera significar más que legalidad. En realidad, pese a la ingenua creencia contraria de Schopenhauer, pueden concebirse leyes que “gobiernen” la aparición de cosas o la emergencia de propiedades, a partir de la nada. Más aún: tales enunciados legales, y hasta su formulación matemática precisa, han sido propuestos por los inventores de la llamada “nueva cosmología”, o teoría del estado estacionario del universo homogéneo y en expansión³⁰; esta teoría implica la hipótesis de la continua y espontánea creación de materia *ex nihilo*. Y esto no es precisamente lo que suele entenderse por respeto al determinismo científico, ni aun en su sentido más lato, pues el concepto de la emergencia a partir de la nada es peculiarmente teológico o mágico, aunque se presente en ropaje matemático.

Para elaborar una definición del determinismo lo bastante elástica como para admitir nuevas categorías de determinación, y lo bastante estricta como para excluir nociones irracionales e inverificables (tales como la de la creación a partir de la nada), propongo combinar el principio de legalidad con el de productividad, o sea el viejo principio según el cual *Nada sale de la*

²⁹ Le Chatelier (1936), *De la méthode dans les sciences expérimentales*, pág. 24.

³⁰ Cf. Hoyle (1952), *The Nature of the Universe*, págs. 97 y sigs. Para una crítica de esta teoría, véase Herbert Dingle, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 113, 393 (1953). Cosa curiosa, Dingle pone reparos a la creación continua y no a la creación misma.

*nada ni se convierte en nada*³¹. Este mismo principio puede formularse así: *No existen comienzos absolutos, ni finales absolutos*, sino que todo procede de alguna otra cosa y deja a su vez rastros en otras. Para resumir, daremos a este viejo principio materialista el nombre de *principio genético*.

Este principio es *compatible* con el principio de legalidad, al cual impone una restricción, pero del cual es independiente. En realidad todo puede ser resultado de un proceso y puede a su vez originar otros acontecimientos, aunque no sea en forma legal. Así, por ejemplo, si tuviéramos que creer a los intuicionistas, los procesos de creación artística e intelectual son ilegales, por más que cada uno de sus estadios sea el producto de un estadio anterior del individuo y tenga a su vez consecuencias definidas³².

Obvio es decir que no sólo los teólogos rechazan el principio genético, sino también los filósofos subjetivis-

³¹ Cf. Lucrecio (ca. 58 a. C.), *De la naturaleza de las cosas*. El primer principio que la naturaleza nos enseña es que ni siquiera la divinidad puede producir algo de la nada (I, 150). "...nada puede hacerse de la nada" (I, 206). Y nada se convierte en la nada (I, 249-250).

³² Muchos que no discutirían que el principal objetivo de la investigación científica es el descubrimiento y la aplicación de *leyes*, estarían sin embargo dispuestos a admitir la tesis intuicionista de que la investigación misma, y particularmente el proceso de la creación científica, es por lo menos parcialmente ilegal; y esto sin más fundamentos que los siguientes: *a)* todavía es muy poco lo que sabemos de la psicología del trabajo intelectual, *b)* no hay reglas de oro (infalibles) en la investigación científica, y *c)* los principios de la metodología científica que ayudan (o estorban) el descubrimiento y la invención están lejos de ser suficientes para garantizar el éxito (o el fracaso). Ver Bunge (1959), *Metascientific Queries*, cap. 3.

tas, ya sean idealistas³³ o sensistas³⁴; es esencial para ellos que el mundo, por más que fluya, resulte *estéril* sin el auxilio de alguna entidad psíquica. Vale decir, que tanto el trascendentalismo como el subjetivismo pueden admitir que los acontecimientos se *suceden* unos a otros; pero no que se *producen* los unos a los otros. Pueden negar la legalidad como lo hiciera Platón, o aceptarla como Hume; pero no pueden admitir la hipótesis de que exista en el mundo exterior el poder de originar algo. Los trascendentalistas y los subjetivistas tienden, pues, a reducir la determinación a la sucesión, uniforme o no, carente de producción.

1.5.3. *El principio de determinación*

Nuestra definición del *determinismo general* será, pues, la siguiente: determinismo, en sentido amplio, es aquella teoría ontológica cuyos componentes necesarios y suficientes son: *el principio genético* o principio de productividad, según el cual nada puede surgir de la nada ni convertirse en nada; y *el principio de legalidad*, según el cual nada sucede en forma incondicional ni completamente irregular, o sea, de modo ilegal o arbitrario.

Ambos principios pueden ser fundidos en uno solo, a saber: *Todo es determinado según leyes por alguna otra cosa*, entendiéndose por esta última las condiciones externas tanto como las internas del objeto en cuestión. Este enunciado puede llamarse el *principio de determi-*

³³ Hegel (1817), *Enciclopedia de las ciencias filosóficas*, *Lógica*, secc. 88, 5, considera que el principio genético es incompatible con el cambio.

³⁴ Mach (1883), *The Science of Mechanics*, pág. 609, llama a este principio una "máxima vacía".

nación. Se trata de un supuesto filosófico de la ciencia, confirmado por los resultados de la investigación científica; es evidente que no puede ser refutado, por cuanto cabe esperar que las investigaciones del futuro lo confirmen en aquellos puntos donde ahora parece no regir. Cualquier teoría de la estructura, o del cambio, o de una y otro, que respete el principio de determinación recibirá en lo que sigue el nombre de *determinista*.

El principio causal es un caso particular del principio de determinación: se aplica, esencialmente, cuando la determinación se realiza en forma *unívoca* o inequívoca por condiciones *externas*. El determinismo general, tal como aquí se concibe, admite la determinación causal, mecánica, estadística, teleológica y de otras clases, como por ejemplo el cambio cualitativo producido por el aumento o disminución en cantidad, la llamada "lucha" de los opuestos, etc. La única clase de determinismo excluida de nuestra definición es el fatalismo, por cuanto éste viola el principio de legalidad, al suponer que la pretendida determinación por obra de algún *fatum* sucede con independencia de las condiciones imperantes y, además, con intervención de un agente trascendental (cf. 4.3). El tipo más rico de determinismo esbozado en la precedente descripción sólo exige productividad (o conexión genética) y legalidad (o condicionalidad y regularidad). El determinismo general no restringe *a priori* las diversas formas que el cambio y las leyes científicas del cambio pueden asumir.

1.6. CAUSACIÓN Y DETERMINACIÓN: PRINCIPALES CONCEPCIONES

Como bien se sabe, frente al problema causal se han adoptado las más diversas posiciones, desde la denun-

cia lisa y llana de la categoría de la causación, hasta el aserto de que ésta coincide con la determinación. Todas esas posiciones pertenecen a una de las siguientes clases: *Causalismo* o panaitismo, *semicausalismo* o hemiaitismo y *acausalismo* o anaitismo. Aunque hemos de examinarlas todas detalladamente en el curso de la presente obra, será conveniente dar aquí una breve caracterización de cada uno de esos grupos de teorías y de sus principales variedades.

Causalismo. a) De acuerdo con la teoría *tradicional* (tan a menudo atribuida por error a los fundadores del mecanicismo moderno), la causación es la única categoría de la determinación, de modo que la ciencia es coextensiva con la causalidad; de acuerdo con esta concepción, no hay ley científica ni explicación posible que no gire en torno a la categoría de causación. Ésta es, probablemente, la creencia más difundida desde Aristóteles, quien escribió que “lo que se llama Sabiduría se ocupa de las causas y principios primarios”³⁵, hasta Claude Bernard³⁶, quien dio “el nombre de *determinismo* a la causa próxima o determinante de los fenómenos”.

b) De acuerdo con la doctrina *racionalista*, el principio causal es una necesidad del pensamiento (*Denknotwendigkeit*), un principio regulador *a priori* y por ello

³⁵ Aristóteles, *Metafísica*, lib. I, cap. i, 981b.

³⁶ Bernard (1865), *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, 2a. ed., págs. 348 y *passim*. Al igual que otros autores franceses, Bernard emplea la palabra ‘determinismo’ para indicar determinación, y al propio tiempo identifica a ésta con causación. Otra opinión característica de Bernard es la siguiente: la medicina empírica o conjetural debe ser reemplazada por una medicina fundada en certezas (*médecine certaine*), “a la cual llamo medicina experimental porque se funda en el *determinismo* experimental de la causa de la enfermedad” (pág. 339).

un presupuesto y no un resultado de la ciencia. Ésta es la opinión de los leibnizianos, para quienes el principio causal no es sino una forma del principio de razón suficiente. (Schopenhauer tomó esta creencia del leibnizismo.) Es ésta también la creencia de los kantianos³⁷, quienes afirman que el vínculo causal es sintético, en el sentido de ser verificable en la experiencia, pero no derivado de ella ni ulteriormente analizable; y que el principio causal “nunca podría ser refutado por experiencia alguna posible... No es sino la exigencia de entenderlo todo”³⁸.

³⁷ Kant (1781/1787), *Kritik der reinen Vernunft* (B), pág. 232: “Todos los cambios se producen de acuerdo con la ley de la conexión [*Verknüpfung*] entre causa y efecto”. Pero (pág. 233) esta conexión es “producto de una facultad sintética de la imaginación [*Einbildungskraft*].” El principio causal, pues, no es un resultado sino un presupuesto de la experiencia: él hace la experiencia posible (B, pág. 765 y *passim*). Cf. también Cassirer (1937), *Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik*, págs. 25 y sigs.; 73 y sigs. y *passim*; el significado esencial del principio causal es que no se trata de un juicio sobre las cosas sino sobre la experiencia; no es una afirmación relativa a cosas o procesos, sino una declaración sobre la interconexión sistemática de *Erkenntnissen*. También Nagel (1956), *Logic Without Metaphysics*, pág. 124, sostiene que el principio causal no expresa ley natural alguna, sino que “opera como una máxima, como una regla algo vaga para dirigir el curso de la investigación”.

³⁸ Helmholtz, *Physiologische Optik*, vol. III, pág. 30, en Weyl (1949), *Philosophy of Mathematics and Natural Science*, pág. 192. ver también Ostwald (1908), *Grundriss der Naturphilosophie*, pág. 41. Einstein mismo adoptó algunos rasgos de la doctrina kantiana de la causalidad al afirmar que, aunque el principio causal no aparezca rigiendo *de facto* en el dominio de la experiencia, rige *de jure* en el reino de las ideas, de modo que debería ser posible elaborar una presentación de la mecánica cuántica en la cual el estado inicial de un sistema determinara por entero sus estados posteriores. Véase la discusión acerca del determinismo y la causalidad en la física contemporánea, en el *Bulletin de la Société Française de Philosophie*, N° 5, oct.-dic. 1929. Igualmente Grete Hermann, “Die Naturphilosophis-

Semicausalismo. a) La teoría *eclectica* reconoce la validez de la causación en ciertos dominios (p. ej. en la macrofísica), junto con la validez sin restricciones de otras categorías de la producción legal (tales como la estadística o la teleológica) en otros dominios; pero sin establecer vínculos entre las diversas categorías de determinación y sin reconocer la posibilidad de que varias de ellas puedan concurrir en uno y el mismo proceso. Este pluralismo nómico está muy difundido entre los físicos³⁹.

b) Según la teoría *funcionalista* o interaccionista, la categoría de la causación es un caso particular de la categoría de la interacción o interdependencia; para esta doctrina es una pura abstracción aislar vínculos simples y lineales de causa-efecto de la interconexión o interdependencia general (*Zusammenhang*), que tiene un carácter orgánico. Esta opinión es típica de los románticos y la comparten la mayoría de los materialistas dialécticos.

c) El *determinismo general* o neodeterminismo —la teoría propuesta en este libro— afirma a este respecto

chen Grundlagen der Quantenmechanik", *Die Naturwissenschaften*, 23, 718 (1935), sostiene que las dificultades encontradas por los partidarios de la causalidad en relación con la teoría cuántica nada tienen que ver con el principio causal, sino que se derivan de la suposición de que los fenómenos naturales son independientes del observador.

³⁹ Reichenbach (1929), "Ziele und Wege der physikalischen Erkenntnis", en *Handbuch der Physik*, Geiger y Scheel (compils.), vol. IV, pág. 69, sostiene un dualismo de causalidad y "probabilidad" (sic) como principios independientes que intervienen en la descripción de todos los fenómenos. Cf. también Born (1951), *Natural Philosophy of cause and Chance*, donde se expone una doctrina dualista similar según la cual "la naturaleza es regida por leyes causales y leyes de azar, en una cierta mezcla" (pág. 3).

que la causación es sólo una entre las diversas categorías interrelacionadas que intervienen en los procesos de la realidad; según ella, el principio causal tiene un campo limitado de validez, por ser nada más y nada menos que una aproximación de primer orden.

Acausalismo. a) La *teoría empirista* reduce la causación a la conjunción externa o sucesión de acontecimientos o, mejor dicho, a la concomitancia o a la sucesión temporal de experiencias; puede admitir la legalidad de los fenómenos, pero afirma la contingencia de las cualidades y de las leyes mismas, considerando a las últimas tan sólo como reglas de procedimiento científico. El empirismo sostiene que la noción de causación es un “episodio en la historia de las ideas”, un ídolo anticuado que va siendo reemplazado gradualmente por leyes funcionales (Mach) o por correlaciones estadísticas empíricamente establecidas (Pearson) o, en general, por leyes de probabilidad (Reichenbach). Dice Russell⁴⁰ que, “la ley de causalidad, según creo, al igual que mucho de lo que los filósofos tienen por válido, es una reliquia de tiempos pasados, que al igual que la monarquía, sólo sobrevive gracias a la errónea suposición de que no hace daño”.

b) La *doctrina interdeterminista* niega todo vínculo legal entre acontecimientos y cualidades; en particular no reconoce la existencia de lazos causales y afirma que los acontecimientos ocurren y nada más, y que las cualidades son tan sólo idiosincrasias, o características que, siendo aisladas, podrían haber sido diferentes. No parece que este desarrollo extremo del empirismo haya sido sistemáticamente defendido por nadie.

⁴⁰ Russell (1912), “On the Notion of Cause”, en *Mysticism and Logic*, pág. 171.

1.7. CONCLUSIONES

Como puede haberse inferido de lo antedicho, el blanco de mis tiros no será el *principio causal*, sino tan sólo la tesis de que la causación es la única categoría de determinación y que, en consecuencia, tal principio goza de una validez ilimitada. En pocas palabras, no atacaré la noción de causación, sino el causalismo.

La teoría que a continuación voy a desarrollar pertenece, pues, al grupo de teorías llamado en 1.6 *semicausalismo*. Se caracteriza específicamente por las siguientes tesis, que me propongo sustentar en el curso del presente trabajo:

La causación (eficiente y extrínseca) es sólo una entre varias categorías de determinación; hay otros tipos de producción legal, otros niveles de interconexión, tales como la determinación estadística, la teleológica y la dialéctica.

En los procesos reales intervienen diversas categorías de determinación. Los tipos puros de determinación (tales como la causación pura) son tan ideales como cualquier otra clase de pureza.

La categoría de la causación, lejos de ser exterior a las demás categorías de determinación, está vinculada con ellas. Así, por ejemplo, la causación múltiple conduce a la determinación estadística, ésta puede llevar a su vez a la autodeterminación cuantitativa, y la causación recíproca es interacción e interdependencia.

El principio causal vale con cierta aproximación en ciertos dominios. El grado de aproximación es satisfactorio en relación con algunos fenómenos y muy deficiente en relación con otros.

El determinismo causal, sin ser del todo erróneo, es una versión muy especial, elemental y rudimentaria del determinismo general.

Antes de examinar más detalladamente el pro y el contra de la doctrina de la causalidad, y antes de sugerir el modo de repararla, deberemos recordar y analizar algunos de los enunciados del principio causal.

2. Formulaciones del principio causal

En este capítulo nos ocuparemos de enumerar y analizar algunas definiciones típicas de la causación; en otras palabras, examinaremos diversas enunciaciones del principio causal. Tal examen de definiciones es indispensable en todo enfoque riguroso del problema causal, por más que haya sido enteramente descuidado en muchas obras que tratan de este tema¹ y, por cierto, en todo tratamiento científico de cuestiones filosóficas. Pues aunque el quehacer filosófico no se limita a la formulación y dilucidación de definiciones, la ausencia o imprecisión de éstas facilita el desborde de la especulación.

2.1. DEFINICIONES DE CAUSA

2.1.1. *La teoría aristotélica de las causas*

Casi no hay filósofo ni hombre de ciencia que no use su propia definición de causa, por más que no haya llegado a formularla claramente. La primera y más sistemática codificación de los significados de esta espino-

¹ P. ej. Cassirer (1937), *Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik*, libro por otros conceptos sumamente interesante.

sísima palabra la debemos a Aristóteles, quien elaboró las ideas dispersas que sobre el tema concibió Platón. Según el Estagirita² y los escolásticos peripatéticos no bastaba una sola clase de causa para la producción de un efecto, ya fuera en la naturaleza o ya en el arte (industria), sino que se necesitaban cuatro clases de causas, a saber: la causa material (*causa materialis* de los escolásticos), que brindaba el receptáculo pasivo sobre el cual actuaban las demás causas, y que nada tiene que ver con la materia de la ciencia moderna; la causa formal (*causa formalis*) que proveía la esencia, idea o cualidad de la cosa en cuestión³; la fuerza motriz o causa eficiente (*causa efficiens*), es decir, la compulsión externa a la cual debían obedecer los cuerpos; y la causa final (*causa finalis*), meta a la cual todo tendía y servía. Las dos primeras eran causas del ser; las dos últimas, del devenir.

La doctrina aristotélica de las causas persistió en la cultura oficial de Occidente hasta el Renacimiento. Al nacer la ciencia moderna, las causas formales y finales fueron dejadas de lado por considerárselas fuera del alcance del experimento; y las causas materiales se

² Aristóteles, *Metafísica*, lib. I, cap. III, 983a, b: "Hay cuatro clases reconocidas de causas. Sostenemos que de ellas, una [la causa formal] es la esencia o naturaleza esencial de la cosa (pues la 'razón' de una cosa es en última instancia reducible a su fórmula y la 'razón' última es a la vez una causa y un principio); otra [la causa material] es la materia o substrato; la tercera [la causa eficiente] es el origen del movimiento; y la cuarta [la causa final] es la complementaria de la anterior, es decir, el fin o 'bien', pues éste es el objetivo de todo proceso generador o motor." Cf. también op. cit., lib. V, cap. II, y la *Física*, lib. II, caps. III y IV.

³ La figura, o forma geométrica, sólo era una clase particular de forma, causa formal; o esencia (eidos). Tiene un papel dominante en la doctrina aristotélica de los cuerpos artificiales; pero sólo subordinado en la de los cuerpos naturales.

dieron por descontadas en todo fenómeno natural, aunque con un significado muy ajeno al de Aristóteles, pues en la moderna concepción del mundo la materia es esencialmente el sujeto del cambio, no “aquello de que una cosa está hecha y que persiste”⁴. Por tanto, de las cuatro causas aristotélicas sólo a la causa eficiente se tuvo por merecedora de investigación científica.

Algunas de las razones que motivaron la reducción de las diversas causas a la *causa efficiens* durante el Renacimiento fueron las siguientes: *a)* ella era, de las cuatro, la única claramente concebida; *b)* por ello, podía ser expresada en forma matemática; *c)* podía asignársele un correlato empírico, a saber, un suceso (usualmente un movimiento) que produce otro suceso (usualmente otro movimiento) según reglas establecidas; mientras que las demás causas no eran definibles en términos empíricos y, en consecuencia, no podían someterse a prueba experimental; *d)* por consiguiente, la causa eficiente era susceptible de regulación; más aún, tal regulación fue concebida como medio para el dominio de la naturaleza, único objetivo éste de la concepción instrumentalista (pragmática) de la ciencia propiciada por Bacon y sus partidarios.

Como ha solido hacerse desde los comienzos de la ciencia moderna, restringiremos en adelante el significado del término ‘causa’ a la *causa eficiente* o agente motor extrínseco o influencia externa productora del cambio, por oposición a otras clases de causa tales como la final, la interna (o *causa sui*), etc. La definición clásica de la causa eficiente se debe, desde luego, a Aristóteles: es “el primer comienzo del cambio y del reposo; por ejemplo, quien da un consejo es una causa,

⁴ Aristóteles, *Física*, lib. II, cap. III, 194b.

el padre es causa del hijo, y en general el agente lo es de lo que hace, y el que produce cambio lo es de lo que cambia"⁵. La causa eficiente es en resumen el *agente* que produce algún cambio en lo que se concibe (por error) como un *paciente*, sobre el cual la causa obra *ab extrinseco*, desde afuera.

2.1.2 *La definición de la causa por Galileo*

El pensamiento moderno, aunque ha retenido la exterioridad de la causación, ha preferido otras definiciones de la causa eficiente. Una de las más claras fue dada por Galileo⁶, quien definió la causa eficiente como la *condición necesaria y suficiente para la aparición de algo*: "aquella, y no otra debe llamarse causa, a cuya presencia siempre sigue el efecto y a cuya eliminación el efecto desaparece". Hobbes⁷, quien en muchos aspectos es un discípulo del gran florentino, distingue cuidadosamente entre la *causa sine qua non*, o causa neces-

⁵ Aristóteles, *Física*, lib. II, cap. III, 194b.

⁶ Galileo (1623), *Il Saggiatore*, en *Opere*, vol. 6, pág. 265: "se è vero che quella, e non altra, si debba propriamente stimar causa, la quale posta segue sempre l'effetto, e rimossa si rimuove; solo l'allungamento del telescopio si potrà dir causa del maggior ricrescimento: avvengachè, sia pur l'oggetto in qualsivoglia lontananza, ad ogni minimo allungamento ne seguita manifesto ingrandimento".

⁷ Hobbes (1655), "Elements of Philosophy" (*Elementa Philosophiae, Sectio prima, De corpore*), cap. IX, 3, en Woodbridge, *Selections*, pág. 94: "La causa, pues, de todos los efectos consiste en ciertos accidentes [propiedades] tanto en los agentes como en los pacientes, accidentes tales que cuando están presentes se produce el efecto, pero si alguno de ellos falta el efecto no se produce; y ese accidente, ya sea del agente o del paciente, sin el cual no puede producirse el efecto, se llama *causa sine qua non* o *causa necesaria por suposición*, así como *causa indispensable* [requisite cause] para la producción del efecto". Obsérvese la concepción moderna de la causación envuelta en terminología escolástica (agente, paciente, accidente).

ria, y el complejo de causas suficientes que pueden producir alternadamente el mismo efecto.

La definición de Galileo es a primera vista satisfactoria, especialmente por encerrar no sólo significado ontológico sino también metodológico, pues ofrece un criterio práctico para decidir si un factor dado es o no causa necesaria; a saber, su eliminación. Pero examinándola más detenidamente vemos que es inadecuada en los siguientes respectos. Ante todo, esta definición implica un número indefinido de factores, pues incluye en la causa cualquier objeto o suceso capaz de modificar en algo el resultado o efecto; y como la indeterminación o la nebulosidad son incompatibles con la determinación causal, no parece que la causa se defina así debidamente. Supongamos que la empleáramos en el contexto de la teoría de la interconexión causal universal (con harta frecuencia llamada erróneamente determinismo); entonces, como todo acontecimiento habría de tenerse por efecto de una infinidad de acontecimientos de las más diversas clases, la definición que Galileo da de la causa conduciría a su identificación con el estado del universo entero inmediatamente precedente al acontecimiento en cuestión; no de otro modo concebía Laplace la causalidad. Pero esto inutilizaría el concepto de causa, pues entonces los análisis causales serían imposibles, debido a la infinidad de factores (todos de parecida importancia) presuntamente integrantes de la causa. Y la prueba empírica de la hipótesis causal sería igualmente imposible, pues la supresión de cualquiera de los infinitos factores introduciría una diferencia, y por tanto sería necesario llevar cuenta de una infinidad de parámetros.

La segunda razón por la cual la definición que Galileo da de la causa ya no es por completo correcta, es que en cierto sentido resulta demasiado general, tanto

que puede aplicarse a procesos estadísticos, dialécticos, y de otra índole, por cuanto no expresa sino el conjunto de *condiciones*, a la vez necesarias y suficientes, para que ocurra un acontecimiento de cualquier clase, producido por un proceso de cualquier naturaleza, ya sea o no causal. La definición de Galileo es, en realidad, un enunciado de condicionalidad regular, la cual en 1.5.1 ha sido reconocida como un componente necesario de todos los tipos de determinación.

La vaguedad de las definiciones del vínculo causal que corrian hasta hace cosa de un siglo urgió a formular otras más precisas y por tanto más esquemáticas y abstractas del principio causal. Examinemos algunas de ellas; pero comenzando por enumerar las condiciones generales a que debe responder una formulación adecuada.

2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE TODA FORMULACIÓN DEL PRINCIPIO CAUSAL

Entiéndese a veces que las siguientes oraciones son formulaciones correctas del principio causal:

	<i>C, luego E,</i>	(1)
o bien	<i>E porque C.</i>	(1')

Pero tales fórmulas no son adecuadas para verter en ellas la causación. En primer lugar, porque son otras tantas formas de enunciados explicativos: los términos 'luego' y 'porque', en ellas contenidos, pueden sugerir que es una *razón* y no un "agente" lo que está implicado en el vínculo causal. En segundo lugar, las antedichas sentencias afirman no sólo la presencia de un

vínculo entre *C* y *E*, sino también la *existencia* de ambos: en cuanto se especifican los valores de los símbolos '*C*' y '*E*', las formas (1) y (1') se convierten en proposiciones susceptibles de entenderse como enunciados factuales singulares. Pero las leyes científicas, y *a fortiori* los principios de la ontología científica, no son enunciados factuales singulares en el sentido de que se refieran a hechos concretos: son por el contrario *hipótesis* generales y además de forma condicional. Hace ya tiempo que se ha reconocido que una ley científica "no expresa lo que ocurre, sino lo que ocurriría si se cumplieran ciertas condiciones"⁸.

La índole hipotética de los enunciados legales, o sea, de las reconstrucciones conceptuales de las pautas del ser y del devenir, se desprende del hecho de que *rigen* para modelos más o menos idealizados de la realidad, por más que se suponga que *se refieren* a secciones concretas de ésta. En otras palabras, el referente de un enunciado nomológico puede ser algo real; pero su margen de validez exacta se limita a un conjunto de casos ideales que sólo en forma aproximada coinciden con situaciones reales. Veamos por ejemplo la más general de las leyes físicas, a saber, el principio de la conservación de la energía, que puede expresarse así: "En un sistema aislado, la energía total es constante"; o en modo subjuntivo: "Si un sistema se mantuviera aislado, su energía total sería constante". Estas proposiciones son tenidas por universalmente verdaderas (salvo quizá en el caso de las transiciones cuánticas virtuales), aunque en ninguna parte se cuente con una aislación perfecta en todo sentido: el principio no afirma la exis-

⁸ Meyerson (1908), *Identité et réalité*, pág. 19. Para un análisis de este problema, cf. Braithwaite (1953), *Scientific Explanation*, págs. 314 y sigs.

tencia de sistemas aislados y, por tanto, no contradice la afirmación de su inexistencia factual. En general, aunque los enunciados de hecho (enunciados factuales singulares tales como "El sol brilla") pueden ser categóricos, los enunciados legales son por su parte hipotéticos.

Se deduce, pues, que el enunciado correcto del principio causal no debe involucrar la suposición de que *C* existe realmente, sino afirmar simplemente que *si* hay *C* habrá también *E*: en suma, deberá tratarse de un enunciado *condicional*. Deberá ponerse el acento sobre la *relación* y no sobre lo relacionado, tal como lo ha repetido incansablemente Russell; y sobre las *condiciones* necesarias para que ocurran hechos de cierta clase, no sobre los hechos mismos. Y la condicionalidad peculiar de la legalidad científica hace oportuno el uso de los modos hipotéticos, ya sea el indicativo o el subjuntivo. En resumen, los enunciados legales de las ciencias no formales deben empezar con *si*.

Ensayemos pues la siguiente forma:

Si C, entonces E, (2)

o simplemente, *si C, E*⁹. En cualquiera de esas sentencias hipotéticas puede entenderse que '*C*' y '*E*' designan *singulares pertenecientes a cualquier clase de objetos*

⁹ Russell (1914), *Our Knowledge of the External World*, págs. 219 y sigs.

¹⁰ Ostwald (1908), *Grundriss der Naturphilosophie*, pág. 44, considera a (2) como la estructura de la "ley causal purificada", con el agregado de que el antecedente debe denotar el complejo de los factores necesarios y suficientes. Pero sólo la relación de equivalencia lógica (implicación recíproca) puede emplearse para denotar condiciones necesarias y suficientes; en este caso tendríamos *Si, y sólo si C, entonces E*.

concretos: sucesos, procesos, condiciones, etc., que serán especificados a medida que se presente la ocasión. Por supuesto que toda especificación de la clase de hechos conducirá del esquema vacío (2) a un enunciado legal específico. Obvio es decir que *C* y *E*, o sea, los referentes de los símbolos '*C*' y '*E*' deben diferir entre sí por lo menos en un respecto.

Insisto en la advertencia de que '*C*' y '*E*' deben tomarse como representantes de diferentes objetos específicos (o mejor dicho, como características particulares de objetos concretos) en la medida en que tales objetos pertenecen a *clases* definidas. Pero '*C*' y '*E*' no deben referirse a cosas o propiedades particulares, si el principio causal ha de ocuparse de *diferencias* entre los existentes y no de los existentes mismos; del devenir y no del ser. Es decir, que '*C*' y '*E*' representan *tipos* de acontecimientos individuales, específicos, concretos, tomados en ciertos respectos definidos; o, si se prefiere, '*C*' y '*E*' designan acontecimientos específicos en la medida en que éstos pertenezcan a clases, pues de lo contrario no estaríamos manejando el esqueleto de una ley general, sino un mero enunciado factual referente a hechos singulares.

Ahora bien, desde el punto de vista lógico, '*C*' y '*E*' pueden considerarse ora como variables individuales, ora como variables proposicionales. En el primer caso (2) es una estructura incompleta, mientras que en el segundo es tan sólo una proposición compuesta. Puede resultar conveniente considerar '*C*' y '*E*' como variables libres; pero entonces, para obtener de (2) una proposición (un enunciado con un valor de verdad determinado) y por tanto una sentencia susceptible de ser verificada o refutada, tendremos que especificar el alcance de los términos implicados, o sea, tendremos que añadir a (2) un cuantificador. Esto es lo que haremos en seguida.

2.3. LA FÓRMULA DE LA CAUSACIÓN COMO CONJUNCIÓN CONSTANTE

Entenderemos, pues, las formulaciones del principio causal como enunciados de relaciones entre variables '*C*' y '*E*' que simbolizan tipos (clases) de hechos o, mejor dicho, características definidas de hechos. Pero con respecto a una relación pueden darse las siguientes alternativas: que valga *a veces* (ya sea en un porcentaje fijo o variable de casos) o que valga *siempre*, es decir, para todos los valores de las variables. La interpretación corriente del principio causal es visiblemente incompatible con la primera alternativa: se supone que la conexión causal ha de valer universalmente y, por tanto, el principio causal debe afirmar la repetición sin excepciones de *E* siempre que aparezca *C*. En consecuencia debe añadirse la palabra 'siempre' (el operador 'todo') a (2) si éste ha de convertirse en un enunciado del principio causal. Esto nos lleva a la sentencia

$$\text{Si } C, \text{ entonces siempre } E, \quad (3)$$

o a su equivalente.

$$\text{Para todos los } C, \text{ si se da } C, \text{ entonces se da } E. \quad (3')$$

Este condicional general es a menudo considerado como la formulación precisa de los enunciados vulgares: *A iguales causas, iguales efectos* o *Cada suceso tiene su causa, y siempre la misma*, que tienen el defecto de subrayar la mismidad de las causas y los efectos, y no la constancia de su relación. Inútil es decir que la palabra 'siempre' en (3) no debe tomarse en el significa-

do de “eternamente” sino en el de “en todos los casos”, o “sin excepción en el universo del discurso dado”, o “generalmente”. El concepto de tiempo queda excluido de (3): seguimos todavía en el reino del ser (o si se prefiere, en el dominio de las relaciones lógicas intemporales); no estamos aún en el dominio del proceso.

Ahora debemos analizar a (3), para ver si contiene el significado nuclear que se suele atribuir al principio causal y, en caso afirmativo, hasta qué punto. Resulta que en (3) están contenidos los siguientes conceptos: condicionalidad, lo que puede llamarse sucesión existencial, y constancia. Examinémoslos separadamente.

Condicionalidad. Desde el punto de vista ontológico los términos Si C enuncian la(s) cláusula(s) o condición(es) para la ocurrencia de E ; en otras palabras, afirman que E ha de ocurrir siempre que ocurra C . Pero la condicionalidad no es peculiar a la legalidad causal: es un requerimiento mínimo que *cualquier* tipo de ley debe llenar, sea o no de índole causal. Por cierto que la legalidad puede definirse como condicionalidad regular (cf. 1.5.1); mientras que ilegal es, por definición, lo incondicional o arbitrario, aquello que existe o sucede sean cuales fueren las condiciones o las circunstancias reinantes¹¹.

Asimetría o sucesión existencial. El efecto E aparecerá siempre que se hayan satisfecho las condiciones resumidas por C , pero no necesariametne *después* de C . Para emplear un término grato a los filósofos tradicionales, la causa es existencialmente previa al efecto; pero no tiene por qué *precederlo* en el tiempo. En ver-

¹¹ Mill (1843-1872), *A System of Logic*, lib. III, cap. V, secc. 6, considera la *incondicionalidad* como característica de la conexión causal; pero en el sentido de que, dado C , sobrevendrá E , sean cuales fueren las demás circunstancias *externas*.

dad, nada se ha dicho hasta ahora de un lapso temporal entre C y E : la fórmula (3) no contiene el tiempo, punto éste que examinaremos más detalladamente en 3.2. La precedencia de C sobre E , la dependencia asimétrica del efecto con respecto a la causa¹², junto con la antedicha univocidad, queda adecuadamente simbolizada en la fórmula $C \rightarrow E$, que no debe empero entenderse como implicación lógica, pues la conexión causal es una conectiva sintética y no analítica y, por tanto, nada tiene que ver con la necesidad lógica (analítica)¹³.

Constancia. Si se produce C , sobrevendrá E *invariablemente*: esto es lo que el totalizador 'siempre' significa en (3). Nuestro enunciado no afirma que la existencia de C pueda implicar la de E , o que dado C deba suceder E en cierto porcentaje de casos: lo que afirma es que la conexión se produce invariablemente. Pero la constancia y la univocidad constituyen la necesidad, tal como fue definida en 1.2.1; por lo tanto (3) afirma que el vínculo causal es condicional, asimétrico y necesario.

¹² Russell (1927), *An Outline of Philosophy*, pág. 121, se refiere, en cambio, a la "reversibilidad de las leyes causales", en el sentido de que nos permiten *inferir* tanto hacia atrás como hacia adelante, retrodecir tanto como predecir. Este enunciado implica la identificación —inevitable en el empirismo lógico ortodoxo— de las *leyes* con sus *enunciados*. Sin duda, podemos conseguir que los *enunciados* legales operen en forma "reversible", cuando los utilizamos con fines postdictivos o explicativos; pero tal reversibilidad en el nivel gnoseológico nada tiene que ver con los procesos a que se refieren tales enunciados, y no sólo rige para las leyes causales sino también para otros tipos de leyes. Con respecto a la distinción entre las leyes objetivas de la naturaleza o la sociedad, y los enunciados legales (reconstrucciones conceptuales de las anteriores), véase 10.1.

¹³ Los lógicos suponen a veces que el significado del principio causal se cifra en la estructura lógica de los enunciados que se formulan para reconstruir el vínculo causal en el raciocinio. Esto sería correcto si, como creía Hegel, el mundo tuviera una estructura lógica. Con referencia a las formalizaciones de la conexión causal, véase 9.6.

Pero ¿es acaso preciso que una formulación adecuada del principio causal contenga el concepto de necesidad? La respuesta tradicional es, por supuesto, afirmativa; empero, hoy día difícilmente aceptaríamos ninguno de los significados tradicionalmente adheridos a la palabra 'necesidad', que repugnan a la ciencia y a la filosofía modernas. Pues la noción tradicional —y también la popular— de necesidad la identifica ya sea con *a) la incondicionalidad*, o sea, la condición de suceder en cualquier circunstancia, se cumplan o no ciertas condiciones; o con *b) la obediencia pasiva* a un poder exterior o hasta trascendente que no reside en la naturaleza misma de las cosas; o finalmente con *c) necesidad* en un sentido no muy diferente de las necesidades humanas. El empirismo no podía dejar de reaccionar contra esas concepciones antropomórficas, reduciendo el uso válido de 'necesidad' a ausencia de excepción¹⁴, o regularidad en el sentido de ciencia preestadística. Pero nada se gana con emplear dos palabras para designar un mismo concepto. Si se despoja a la noción de necesidad de sus asociaciones antropomórficas y fatalistas, se la reduce a causación eficiente —como lo había propuesto implícitamente Spinoza¹⁵— o a constancia y univocidad, como antes habíamos acordado.

¹⁴ Cf. p. ej., Schlick (1932), "Causality in Everyday Life and in Recent Science", repr. en *Readings in Philosophical Analysis*, Feigl y Sellars (compils.), pág. 523.

¹⁵ Spinoza (1677), *Ética*, primera parte, def. VII: "se llama necesaria o compelida (*coacta*) aquella cosa determinada por otra a la existencia y a la acción de modo fijo y prescripto". Esta definición de la determinación necesaria se superpone con la noción de causación eficiente, y por ello no parece conveniente adoptarla. Otro significado de necesidad es el de legalidad, o estricto cumplimiento de la ley; así lo concibió Boole (1815), "The Claims of Science", repr. en *Studies in Logic and Probability* (1952), págs. 192 y sigs.

De manera que una vez analizado el enunciado *Si C, entonces siempre E* hallamos en él tres nociones usualmente asociadas con la causalidad: la condicionalidad peculiar a la legalidad, la precedencia existencial de la causa sobre el efecto y la ausencia de excepción. Pero ¿bastan estos rasgos para definir la causación inequívocamente?

2.4. CRÍTICA DE LA FÓRMULA DE LA CAUSACIÓN COMO CONJUNCIÓN CONSTANTE

2.4.1. *La univocidad del vínculo causal: su ausencia en la antedicha fórmula*

La primera objeción que puede oponerse a (3) como fórmula adecuada de la causación es que en ella no consta la univocidad del vínculo causal: no declara que entre *C* y *E* hay una correspondencia unívoca. Pues en *Si C, entonces siempre E* el término '*C*' puede denotar cualquiera de las causas *suficientes* y entonces la fórmula da lugar a la causación múltiple (cf. 5.1). Pero la causación simple se caracteriza por la correspondencia recíproca 1:1 entre la causa y el efecto, o sea que la relación entre *C* y *E* es tal que *sólo* hay un *E* para cada *C* y viceversa. La existencia de *E* sucede (no necesariamente en el tiempo) en forma *unívoca* o inequívoca a la existencia de *C*; o en otras palabras, *E* es una función uniforme de *C*.

A diferencia de la condicionalidad, que es un rasgo genérico de la ley científica, la univocidad está ausente en ciertos tipos de leyes, tales como las regularidades estadísticas, que establecen conexiones de muchos con uno entre causas y efectos. La univocidad de la causación, descrita a menudo como la *rigidez* de la determi-

nación causal, debe contraponerse a la *flexibilidad* de la determinación estadística, tan insensible a la precisión de los detalles (tales como los estados iniciales de los componentes individuales de una masa de gas). Este carácter inequívoco del vínculo causal (simple) ha de contraponerse también a la llamada *plasticidad* de la determinación teleológica, en la cual puede alcanzarse un fin determinado mediante toda una variedad de medios alternativos (véase la fig. 2).

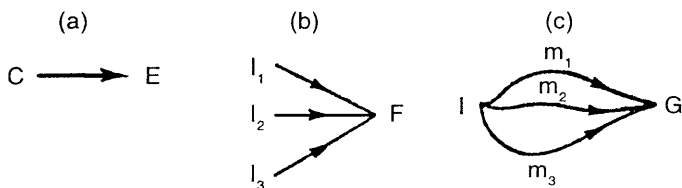


Fig. 2. (a) El nexo causal es unívoco. (b) Una misma distribución estadística final F puede alcanzarse a partir de diversos estados iniciales. (c) Un organismo puede emplear varios medios m_1 para alcanzar cierto fin G, invariable bajo condiciones cambiantes (dentro de ciertos límites).

Si se trata de una conexión causal cuyos antecedentes sólo pueden consistir en factores necesarios y suficientes (en lugar de meramente suficientes), es decir, si se trata de *causación simple*, (3) debe convertirse en

$$\text{Si } C, \text{ entonces (y sólo entonces) siempre } E, \quad (4)$$

fórmula que abarca las siguientes características usualmente asignadas a la causación: condicionalidad, sucesión existencial, constancia y univocidad; pero que, con todo, sigue siendo insuficiente.

2.4.2. *La eficacia de la causación, negada por la doctrina humeana*

La proposición *si C, entonces (y sólo entonces) siempre E* es un enunciado universal condicional que expresa la *conjunción constante*¹⁶ de dos clases de términos. No afirma una conexión *genética*, sino una asociación externa, una *coincidencia invariable*. Nada dice de la naturaleza activa y productiva que suele atribuirse a los agentes causales: nada de un proceso del cual surge *E*. Las proposiciones (3) y (4) son máximas típicamente fenomenalistas en la cuales el concepto de causa no se toma como una categoría de la determinación mediante el cambio, sino tan sólo como un *antecedente*.

La reducción de la causación a conjunción constante —y en particular a asociación constante de sucesivos, es decir, de sucesión regular— debe de haber sido común en la antigüedad, por cuanto hasta un filósofo aficionado como Cicerón¹⁷ hubo de criticarla. Esta concepción fue adoptada en la Edad Moderna por Joseph Glanvill en su *Scepsis Scientifica* (1665) y posteriormente por Malebranche en su *Recherche de la vérité* (1675); pero sólo llegó a hacerse popular con el *Treatise* de Hume (1739-40)¹⁸. Desde éste, el enunciado *Si C en-*

¹⁶ 'Conjunción constante' tiene aquí un significado ontológico y no lógico, o sea, que no designa la afirmación conjunta de dos proposiciones, sino la ocurrencia concomitante de dos sucesos.

¹⁷ Cicerón (ca. 44 a. C.), *Del destino*, 34-35.

¹⁸ Los historiadores franceses de la filosofía suelen complacerse en calificar la crítica humeana de la causalidad de vulgarización del análisis de Malebranche. Cf. Brunschvicg (1922), *L'expérience humaine et la causalité physique*, 3a. ed., pág. 13. Los filósofos franceses olvidan a su vez con excesiva frecuencia que la tesis agnóstica de la incognoscibilidad de las causas verdaderas y últimas de las cosas caracterizó al empirismo desde la antigüedad, aparte de haber sido

tonces siempre *E* ha sido usualmente considerado por los empiristas como si agotara el significado de la causación y, en consecuencia, como la expresión correcta del principio causal. Así Ayer¹⁹ escribe que “toda proposición general de la forma ‘*C* causa *E*’ es equivalente a una proposición de la forma ‘siempre que *C* entonces *E*’, en la cual el símbolo ‘siempre que’ debe entenderse como refiriéndose, no a un número finito de casos reales de *C*, sino al infinito número de los casos posibles”. Y Reichenbach²⁰, en otro influyente libro, manifiesta que “por una ley causal el hombre de ciencia entiende una relación de la forma si-entonces, con el agregado de que la misma relación es válida en todos los casos”. De acuerdo con la tradición empirista, sostiene que “el significado de la relación causal se resume en la enunciación de una repetición sin excepciones”²¹. Como puede verse, los empiristas contemporáneos no han mejorado la definición que Hume diera de la relación causal como conjunción constante, como “unión constante entre la causa y el efecto”²², que nos daría lo que James²³ llamó un “mundo de pura «con-idad» [*withness*], cuyas partes tan sólo estarían unidas por la conjunción ‘y’”.

explícitamente enunciada por Glanvill (1665) y por Locke (1690). Cf. Richard H. Popkin, “Joseph Glanvill: Precursor of Hume”, *Journal of the History of Ideas*, 14, 292 (1953).

¹⁹ Ayer (1936), *Language, Truth and Logic*, 2a. ed., pág. 55.

²⁰ Reichenbach (1951), *The Rise of Scientific Philosophy*, pág. 157.

²¹ Ib., pág. 158. Obsérvese en primer lugar que Reichenbach define la causación como una *relación*, no como una *conexión*, como si pudiera meterse en una misma bolsa con enunciados tales como “B está entre A y C”. En segundo lugar Reichenbach parece haber abandonado aquí el criterio positivista (pragmatista) del significado mediante la verificabilidad, pues la propiedad de carecer de excepciones es cualquier cosa menos empíricamente verificable.

²² Hume (1739-1740), *Treatise of Human Nature*, lib. I, tercera parte, capítulo XV.

²³ James (1907), *Pragmatism*, pág. 105.

2.4.3. *Insuficiencia de la fórmula de la conjunción constante.*

Ya es hora de poner a prueba la concepción de la causación como conjunción constante. Esto puede hacerse asignando valores a las variables (ligadas) '*C*' y '*E*' y observando si las proposiciones singulares resultantes son en verdad causales o no. Veamos, por un lado, "Las guerras causan trastornos" y por el otro, "Las manzanas rojas son dulces". La primera es una proposición abiertamente causal, mientras que la segunda expresa una correlación, pues nadie estaría dispuesto a creer que una cualidad tal como la rojez pueda ser la causa de otra cualidad tal como la dulzura. Empero, ambas proposiciones responden a la fórmula general *Si C, entonces siempre E* (o *Para todo C, si C entonces E*). Este ejemplo en contra debería bastar para comprender que la fórmula humeana de la causación no es lo bastante específica como para ser tenida por una reconstrucción conceptual adecuada del vínculo causal.

La principal razón de la insuficiencia de la fórmula humeana es su extrema debilidad: expresa una relación, no una conexión. Al afirmar que *si C, entonces E* no se alude más que a una relación constante entre dos términos, una correlación invariable entre sucesos que están "sueltos y separados", "asociados pero no conectados", según la descripción del propio Hume. Esta fórmula expresa, ciertamente, la condicionalidad, asimetría y falta de excepción que caracterizan al vínculo causal; pero no da testimonio ni de la univocidad ni del carácter *genético* de la relación entre *C* y *E*. No manifiesta la productividad o eficacia de la causación: en suma, no dice que el efecto es *producido* por la causa, sino tan sólo que está regularmente *asociado* con ella.

Las variaciones correlacionadas de los elementos de una estructura responden en verdad a la fórmula humeana de la causación. Pero una ley de correlación no es una ley causal, por cuanto no afirma que una entidad dada (o un cambio en ella) sea *producida* por otra entidad (o por un cambio en ésta), sino simplemente que una y otra están regularmente asociadas. Así el pelo, por una parte, y los dientes o los cuernos por la otra, suelen estar correlacionados²⁴. Los dos brazos de una palanca están rígidamente asociados; pero no están causalmente conectados entre sí. De modo similar, los lados y los ángulos de un triángulo se determinan unos a otros en forma rígida (única); pero no en forma causal. En uno u otro caso está ausente el elemento genético, productivo; y esa productividad es la que ante todo convierte a la conexión causa-efecto en una vinculación esencialmente asimétrica.

Es más: la mayoría de los enunciados de la matemática pura corresponden a la fórmula *si-entonces siempre*. Y difícil sería asignar a la matemática la función de dar cuenta de las conexiones causales: las fórmulas matemáticas ininterpretadas no se refieren al mundo exterior, sino que constituyen un mundo en sí mismas. Los objetos matemáticos son ciertamente un producto de la actividad humana y pueden ser *correlacionados*

²⁴ Cf. p. ej., Darwin (1859), *The Origin of Species*, 6a. ed., págs. 11-12: "Los perros sin pelo tienen dentaduras imperfectas; los animales de pelo largo y recio suelen tener, según se afirma, cuernos largos o múltiples; las palomas con patas emplumadas tienen piel entre los dedos más externos; las palomas con picos cortos tienen patas pequeñas, mientras que las de picos largos las tienen grandes. De modo que si el hombre continúa seleccionando y de ese modo aumentando una peculiaridad dada, casi con seguridad modificará involuntariamente otras partes de la estructura, debido a las misteriosas leyes de la correlación." Cf. también las págs. 149 y sigs.

con procesos materiales mediante reglas de correspondencia; pero en sí mismos los objetos matemáticos subsisten ajenos a los cambios exteriores: son inmutables y, en particular, carecen de la capacidad de cambiar por su propia iniciativa²⁵. La productividad está tan ausente de la matemática como de la fórmula humeana de la causación.

Además de ser deficiente desde el punto de vista ontológico, la célebre crítica humeana de la eficacia de la causación es, según puede demostrarse, un círculo vicioso²⁶. En realidad se funda en las siguientes presunciones: a) las impresiones de los sentidos son los únicos datos que deben tenerse en cuenta, tal como conviene a una teoría empirista; b) las impresiones de los sentidos son momentáneas, o sea, ajenas tanto al pasado como al futuro; c) como el pasado ya no es actual, no puede obrar sobre el presente, de modo que *todo suceso es una nueva entidad* por completo inconexa con las entidades que existieran en el pasado; consecuencia que, de ser coherentemente desarrollada, conduciría a la conclusión de que el mundo vuelve a crearse a cada instante de algún modo misterioso. De manera que Hume presupone lo mismo que quería demostrar, a saber, que no hay conexión alguna entre el pasado y el futuro. En

²⁵ No hay ni una *matemática del reposo* ni una *matemática del cambio*, como tampoco una *lógica del reposo* o una *lógica del cambio*. Los objetos ideales, como los que manejan la lógica y la matemática, se caracterizan, en contraste con los objetos materiales, por su intemporalidad y falta de automovimiento. La habilidad de los hombres de ciencia en lo que se refiere al uso de la matemática como lenguaje para expresar hechos consiste en establecer las correspondencias adecuadas entre símbolos y referentes materiales, particularmente entre las estructuras abstractas estáticas y los procesos concretos en el variable mundo externo.

²⁶ Abner Shimony, "An Ontological Examination of Causation", *Review of Metaphysics*, 1, 52 (1947).

otras palabras, al querer refutar la causación productiva caía en un círculo vicioso.

La reducción empirista de la causación a la regularidad reconoce su origen en el pecado original del empirismo, es decir, la identificación de la *verdad* con su *criterio*, la reducción del significado de una proposición al modo de su verificación. El camino es corto: se empieza por manifestar que la única prueba de la causación es la observación de la conjunción constante²⁷; luego, sobre la base de la doctrina verificacionista del significado, de Wittgenstein, se concluye que el *significado* de la causación se agota en la asociación regular. Sin embargo es indiscutible que, para *comprobar* hipótesis concernientes a cualquier clase de hechos, resulta sumamente conveniente examinar una gran cantidad de casos similares: por ejemplo, siempre que sea posible, es ventajoso estudiar largas series de fenómenos (casi) repetitivos (es decir, repetitivos en ciertos respectos). Pero, aparte del hecho de que esto no siempre es posible en la práctica, una prescripción metodológica tan saludable no implica que, *in re*, Causación = Regularidad. Tal reducción involucra una confusión de la gnoseología (en particular, de la metodología científica) con la teoría de los rasgos más generales de la realidad, u ontología. De igual modo el reconocimiento del hecho de que todo criterio de existencia material implica sujetos sensibles, actuantes y juzgantes, no entraña que todo existente dependa de algún ser dotado de estas propiedades.

²⁷ Cf. Shlick (1932), "Casuality in Everyday Life and in Recent Science", repr. en *Reading in Philosophical Analysis*, Feigl y Sellars (compils.). La producción y la reproducción desempeñan un cierto papel en la variedad pragmática del empirismo; pero en forma exagerada, perjudicial para la teoría.

En resumen, la reducción de la causación a asociación regular, tal como lo propone la escuela humeana, importa confundir la causación con una de sus pruebas; y tal reducción de una categoría ontológica a un criterio metodológico es la consecuencia de los prejuicios gnoseológicos del empirismo y no el fruto de un análisis imparcial de las leyes de la naturaleza.

2.5. LA CAUSACIÓN COMO PRODUCCIÓN NECESARIA (CONSTANTE Y UNÍVOCA)

Lo que necesitamos es un enunciado que exprese la idea —común a los usos ordinario y científico de la palabra— de que la causación, mucho más que una relación, es una categoría de conexión genética y por tanto del cambio; o sea, una forma de *producir* cosas nuevas aunque sólo sea en número, a partir de otras cosas. Esta eficacia o productividad de la causa eficiente²⁸, este carácter dinámico de la conexión causal que la fórmula humeana deja de lado, es lo que trataremos de expresar en una tercera aproximación.

Ensayemos la siguiente proposición:

²⁸ Platón llegó hasta el punto de identificar la causa con “lo que crea”. Cf. *Hippias el Mayor*, 296 E, y *Crátilo*, 413 A. Cicerón, en *Del destino*, 34, subraya que las causas son productivas y propone una definición que es evidentemente una petición de principio: “Causa es aquello que efectivamente produce lo que causa.” Sexto Empírico, *Hipótiposis pirrónicas*, lib. III, cap. 4, expresa que la mayoría de los filósofos “dogmáticos” (es decir, no escépticos) concordaban en llamar causa a aquello cuya acción produce un efecto. Entre nuestros contemporáneos, Meyerson (1908), *Identité et réalité*, pág. 37, ve en la productividad el núcleo de la causación: “causa es aquello que produce, aquello que debe producir el efecto”.

*Si ocurre C, entonces (y sólo entonces)
E es siempre producido por él.* (5)

Traducido al modo categórico, este enunciado podría expresarse así: *Todo suceso de una cierta clase C produce un suceso de una cierta clase E.* Estas proposiciones son refinamientos de la máxima vulgar *La misma causa produce siempre el mismo efecto* o, más brevemente aun, *C siempre acarrea E.*

A diferencia de (4), estos últimos enunciados hacen algo más que afirmar una mera conjunción constante y unívoca (es decir, necesaria): expresan también que el efecto no es simplemente acompañado por la causa, sino que es *engendrado* por ella, en conformidad tanto con el uso ordinario como con el científico. Contrariamente a lo que han mantenido Hume²⁹ y sus partidarios, negamos aquí que producción sea lo mismo que causación; pues, como lo nuestra la ciencia —y como se explica detalladamente en otros pasajes de este trabajo— hay cosas que se producen u originan en forma no causal. La causación es un caso particular de producción: esta última no se limita a la producción causal ni a ninguna otra forma especial de generación³⁰.

²⁹ Hume (1739-40), *A Treatise of Human Nature*, lib. I, tercera parte, secc. II. Más adelante, en la secc. XIV, Hume afirma que “los términos de *eficacia, agencia, poder, fuerza, energía, necesidad, conexión y cualidad productiva* son todos casi sinónimos; y por lo tanto es absurdo emplear cualquiera de ellos para definir a los otros”.

³⁰ Desde luego que la producción (la generación, o *génesis* de los griegos) no tiene por qué estar dirigida a fines, ni ser, en particular, intencional. Digamos de paso que el neoplatonismo sostiene justamente lo contrario.

Cf. Inge (1928), *The Philosophy of Plotinus*, 3a. ed., vol. I, págs. 179-180: “La causación implica acción creadora; es una categoría teleológica y pertenece a los procesos de la naturaleza sólo en la medida en que es determinada de una vez por todas por una ‘Causa Primera’, o dirigida por una voluntad inmanente.”

De acuerdo con (5), algo, *E*, es producido por alguna otra cosa, *C*, en forma necesaria (constante y unívoca). Esta proposición incluye los siguientes conceptos, usualmente considerados como componentes esenciales de la categoría de la causación: *condicionalidad*, *univocidad*, *dependencia unilateral* del efecto con respecto a la causa, *invariabilidad* de la conexión y *productividad* o naturaleza genética del vínculo. Se han propuesto otras formulaciones del principio causal, y puede haberlas mejores que (5). Pero es de presumir que la mayoría de las formulaciones alternativas del principio de causación, o bien son reducibles a (5), o no son lo bastante rigurosas, o contienen algún concepto extracausal, como se tratará de demostrar en lo que sigue. Por lo tanto proponemos emplear el enunciado *Si ocurre C, entonces (y sólo entonces) E es siempre producido por él*, como formulación adecuada del principio causal, hasta nuevo aviso.

Procuremos ahora decidir si es posible determinar otras características que nos conduzcan a mejores formulaciones.

2.6. LOS SUPUESTOS REFINAMIENTOS ULTERIORES DE LA FÓRMULA DE LA CAUSACIÓN COMO PRODUCCIÓN NECESARIA

Entre los enunciados que a primera vista son más precisos (5), llama la atención el siguiente:

Si C ocurre bajo las mismas condiciones, entonces (y sólo entonces) E es siempre producido por él. (6)

O en forma categórica, *Una misma causa, bajo las mismas condiciones, produce siempre el mismo efecto.* O

también, *A igualdad de otros factores, una misma causa produce siempre el mismo efecto.*

¿Es en realidad (6) mejor que (5)? Para responder a esta pregunta debemos distinguir dos casos: o bien las "condiciones" y la causa son interdependientes, o bien son independientes entre sí. Si las condiciones o circunstancias están vinculadas con *C*, si junto con éste constituyen *un solo complejo causal C'*, no se ha ganado mucho con la calificación introducida, salvo por la declaración explícita de que la causa no es simple sino compleja. Así, en el ejemplo poco menos que clásico "Si se frota una cerilla, ésta se enciende", deberán darse por supuestas como mínimo las siguientes condiciones para que el vínculo sea válido: que la cerilla esté seca y que haya suficiente oxígeno. Pero estas dos condiciones, que son otras tantas causas subsidiarias o antecedentes, pueden considerarse como acompañantes de la causa primaria, que es la frotación de la cerilla. En rigor el antedicho enunciado puede reformarse así: "Si se frota una cerilla *seca, dentro de una atmósfera que contenga oxígeno*, aquélla se enciende." Resumiendo: si las condiciones están vinculadas con la causa, *C* puede tomarse como *causa principal o primaria* (necesaria pero no suficiente); y las condiciones, como causas subsidiarias. Es, pues, el complejo de determinantes en su integridad el que constituye la causa necesaria y suficiente.

Pero si las condiciones requeridas para la existencia de un vínculo causal son *contingentes* con respecto a la causa, puede cuestionarse si (6) constituye una proposición estrictamente causal. Recordemos por ejemplo la función de la auxina, la hormona vegetal que estimula el crecimiento de la planta si se localiza en las yemas de ésta; pero que en cambio lo inhibe si se coloca en las raíces: en este caso no hay vínculo alguno *directo* entre

la causa (acción hormonal) y el efecto (crecimiento). Y allí donde se añade un tercer componente, que puede ser tan importante como la causa misma permaneciendo sin embargo exterior a ella, lo que se pone en juego es un tipo de determinación *no* causal.

Las condiciones expresadas en (6) pueden incluir no sólo el medio ambiente del objeto sobre el cual actúa la causa, sino también las propiedades específicas y el estado del objeto, así como sus procesos intrínsecos; y estos últimos son determinantes no causales, pues las causas eficientes son por definición (cf. 2.1.1) extrínsecas. (El automovimiento y la autodeterminación correspondiente son todo lo opuesto de la determinación causal: en verdad, lo que es espontáneo en algún respecto y hasta cierto punto no es causado, sin que por ello sea indeterminado.) De modo que, si las condiciones acompañantes son contingentes con respecto a la causa, la fórmula (6) expresa algo *más* que un vínculo causal simple y directo: la causa eficiente implicada en ella obra en combinación con los procesos inherentes al objeto afectado, y la causa debe entonces considerarse como el *desencadenador*, como el *arranque* de un proceso y no como el productor necesario y suficiente del efecto.

En conclusión, si las condiciones acompañantes son contingentes con respecto a la causa, el enunciado (6) no puede reducirse a (5); pero en ese caso se *aparta* decididamente de la causalidad, por cuanto implica que *C* es necesario, pero no suficiente, para la producción de su efecto. En cambio, si las condiciones acompañantes están vinculadas funcionalmente a la causa, (6) se reduce a (5). En consecuencia, (6) no puede considerarse como una mejor formulación del principio causal.

Indudablemente, todos los sucesos están sumergidos en situaciones complejas: toda causa está engarzada en

un complejo de determinantes del cual sólo puede separarse mediante la abstracción, una abstracción que puede o no operar como primera aproximación. Además ninguna causa puede llegar a producir un resultado si permanece, por así decir, indiferente a la naturaleza propia del objeto en cuestión, y por ello se sustrae a su automovimiento, razón por la cual la ciencia es eficaz y la magia no. De ahí que la fórmula (6) sea más adecuada a la *naturaleza de las cosas* que el esquema anterior; pero en la medida en que dice realmente algo más que (5) no constituye una fiel reconstrucción de la *causalidad*, pues introduce en ella un elemento de espontaneidad o autodeterminación.

Veamos ahora otra supuesta mejora del enunciado de la producción necesaria. Desde que Leibniz, a la manera de Heráclito, formulara su célebre máxima según la cual no hay en el mundo material dos cosas idénticas (o sea, el principio de la identidad de los indiscernibles), tanto los filósofos del cambio como los hombres de ciencia reflexivos se han ido convenciendo cada vez más de que, como dijera Maxwell³¹, “es evidente que ningún suceso ocurre más de una vez, de modo que las causas y los efectos no pueden ser unos mismos en *todos* los respectos”.

Por ello se deja a veces de lado la cuestión de la univocidad y se enuncia el principio causal de este modo: *Resultados semejantes bajo circunstancias semejantes* o, más explícitamente, *Causas similares, bajo condiciones similares, producen siempre efectos similares*. Esta última formulación, traducida al modo condicional, diría

³¹ Maxwell (1877), *Matter and Motion*, cap. 1; secc. 19, pág. 13.

Si causas similares ocurren en condiciones similares, producen siempre efectos similares. (7)

¿Puede afirmarse que tal reemplazo de 'igualdad' por 'similitud' constituya una mejora con respecto a (6)? De ningún modo, pues desde un principio hemos advertido (cf. 2.2) que el vínculo causal, por ser de naturaleza legal, no se refiere a hechos aislados sino a hechos pertinentes a ciertas *clases* o especies, con lo cual se da cuenta de las variaciones en los casos individuales. Russell³² ha explicado este punto claramente: "La ley de causación no afirma simplemente que si se repite la *misma* causa, ha de resultar el *mismo* efecto. Lo que afirma es que hay una relación constante entre ciertas clases de causas y ciertas clases de efectos. Por ejemplo, si un cuerpo cae libremente, habrá una relación constante entre la altura desde la cual cae y el tiempo que tarda en caer. No es necesario que un cuerpo vuelva a caer de la *misma* altura que en el caso anteriormente observado, para poder predecir el tiempo que tardará en caer... En realidad, se comprueba que lo que se repite siempre es la *relación* de causa a efecto, no la causa misma; todo lo que se necesita con respecto a la causa es que sea de la misma *clase* (en el aspecto que interese al caso) que las causas anteriores cuyos efectos han sido observados." Lo mismo vale para todos los enunciados legales, y justamente es su falta de referencia a sucesos específicos lo que les da un alcance universal. En conclusión, si en todas las formulaciones previas del principio causal hemos entendido por *C* una *clase* de sucesos y por *E* otra *clase*, el enunciado (7) no

³² Russell (1914), *Our Knowledge of the External World*, págs. 234-235.

constituye ningún perfeccionamiento con respecto a (5), pues sólo pone de manifiesto lo que ya estaba implícito en éste.

Por último, habrá hombres de ciencia lo bastante cautelosos como para poner reparos al operador "todo" en (5). No se trata de que la palabra "siempre" (o a la inversa, "nunca") no deba utilizarse jamás en relación con sucesos del mundo material, como pretende el fortuitismo. Pero el alcance legítimo de estos conceptos es realmente muy restringido: en cuestiones de hecho (materiales y/o empíricos) lo más frecuente es que *siempre* sea reemplazado por *casi siempre*³³. En consecuencia, podrá preferirse el siguiente enunciado a los precedentes:

*Si causas similares ocurren en condiciones similares,
producen efectos similares en la mayoría de los casos.*
(8)

¿Quién pondrá en duda que este principio se ajusta mejor a los hechos que los anteriores? Pero ¡qué diferente de la cándida y superficial relación *si-entonces siempre*! En realidad, (8) pertenece al dominio de la determinación estadística: lo cierto es que el predicado 'en la mayoría de los casos' expresa la máxima frecuencia del suceder, o sea, un valor en torno al cual tienden a acumularse todos los valores. De modo que al aproximarnos más estrechamente a los hechos nos hemos ale-

³³ La interpretación estadística del valor de probabilidad $p = 1$ para una clase de sucesos no es el 100% (o sea, la certeza) sino "casi siempre" (o sea, con la eventual excepción de un conjunto de medida nula). De modo análogo, la interpretación de $p = 0$ en términos de hechos no es 0% (o sea, la imposibilidad y de ahí la certeza de que el suceso en cuestión no habrá de ocurrir), sino "casi nunca".

jado más aún de la causalidad. En consecuencia, no puede considerarse que la categoría de causación agote la determinación —conclusión que hemos anticipado en el capítulo 1—; y por ello será prudente retener la fórmula (5) de la producción necesaria como fiel reconstrucción esquemática de la causación.

2.7. RECAPITULACIÓN Y CONCLUSIÓN

Hemos comenzado por recordar la teoría aristotélica de las causas comprobando que, de las cuatro (formal, material, final y eficiente) el pensamiento moderno sólo ha conservado la eficiente, considerándola como un agente que obra en forma extrínseca. Luego examinamos la definición clara, pero no del todo distinta, que Galileo formula de la causa como condición necesaria y suficiente para la aparición de un suceso: comprobamos que, lejos de especificar el vínculo causal, es lo suficientemente general como para poder aplicarse a todos los tipos de determinación legal. Después examinamos un enunciado más preciso y abstracto, a saber, la relación *si-entonces siempre*, o sea, la fórmula de la causación como conjunción constante. Esta enunciación humeana, según pudo comprobarse, abarca varias de las características comúnmente atribuidas a la determinación causal, salvo la univocidad y la naturaleza genética del vínculo causal. Criticamos esta intencionada limitación de la fórmula humeana, por cuanto ella borra la distinción entre correlación y producción.

Posteriormente tratamos de remediar las insuficiencias de la fórmula de la causación como conjunción constante introduciendo el concepto de univocidad (es decir, de la correspondencia 1:1 entre *C* y *E*) y, sobre todo, el de producción como algo distinto del de causa-

ción. Esto nos condujo a una versión refinada de la máxima común "A iguales causas, iguales efectos", a saber, *Si C ocurre, entonces (y sólo entonces) E es siempre producido por él*. Esta proposición señaló un momento decisivo en nuestra búsqueda de un enunciado adecuado del principio causal, pues los sucesivos intentos de refinarla o bien nada nuevo aportaron, o bien nos alejaron de la causalidad, conduciéndonos a otros tipos de determinación (automovimiento y determinación estadística). Consideramos que esta circunstancia refuerza la afirmación de que la proposición (5), que expresa producción (constante y unívoca) es la formulación adecuada del principio de causación, por más que esté lejos de reproducir toda la riqueza de la determinación.

Esto no significa, empero, que el enunciado *Si C ocurre, entonces (y sólo entonces) E es siempre producido por él*, o cualquier otra proposición por sí sola, puedan tenerse por suficientes para abarcar toda la riqueza de la causación o todas las implicaciones de la doctrina (causalismo) que sostiene la coincidencia de determinación y causalidad: salvo en cuestiones de forma, la adecuación no equivale a la integridad.

Hasta ahora hemos venido limitándonos a algunas verbalizaciones de la conexión causal. En lo que sigue me propongo examinar la doctrina de la causalidad o determinismo causal, y en el curso de ese análisis daremos con otras formulaciones del principio causal.

SEGUNDA PARTE

Lo que el determinismo
causal no afirma

3. Examen de la crítica empirista de la causalidad

Antes de hacer el intento de descubrir el núcleo válido del causalismo debemos tratar de aclarar varios malentendidos que sobre éste existen, aunque sólo sea porque es injusto atribuir a una doctrina pecados que no ha cometido. En este capítulo y en el siguiente diremos lo que la causalidad no es, imitando así el método tomista de la remoción para alcanzar el conocimiento de Dios.

En el presente capítulo analizaremos algunas tesis sobre la causación que son características del empirismo; lo haremos, por un lado, debido a su intrínseca importancia filosófica y, por otro, porque son compartidas por muchos hombres de ciencia contemporáneos; lo cual a su vez se debe, por lo menos en parte, a la sencillez y precisión con que esas tesis pueden enunciarse.

Al contrario de la mayoría de los análisis empiristas de la causación, el presente no se apoyará en un estudio del origen psicológico del concepto respectivo; tampoco se limitará a un análisis lingüístico de éste; ni, finalmente, se extenderá a un examen metodológico de la verificabilidad empírica de las hipótesis causales, tema acerca del cual ya se cuenta con estudios magistrales¹. En lo que sigue tocaremos, por supuesto, esas

¹ Cf. J. O. Wisdom (1952), *Foundations of Inference in Natural Science*.

cuestiones; pero nos atendremos a la causación considerada como categoría ontológica.

Además, daremos por admitido que incontables hipótesis relativas a vínculos causales han sido empíricamente verificadas —dentro de las tolerancias del error experimental— millones y millones de veces. Pues suponemos en la presente obra que en la medida en que el principio causal tiene validez, refleja no sólo una característica de nuestra relación cognoscitiva con la realidad sino también un aspecto de la realidad misma. Ello explica que nos remitamos a la condición ontológica de la causación.

3.1. ¿ESTÁ LA CONTIGÜIDAD IMPLICADA EN LA CAUSALIDAD?

3.1.1. *La contigüidad como componente esencial de la causación, según los partidarios de Hume*

El principio causal implica lo que podría llamarse *continuidad de acción* entre la causa y el efecto, pues toda discontinuidad o interrupción en el nexo causal tendría que atribuirse a alguna otra causa, si se desea evitar sucesos no causales como serían los hiatos en la cadena causal. Pero esa continuidad de acción que excluye los sucesos no causales no debe confundirse, como ocurre tan frecuentemente, con la *contigüidad espacial*, es decir, con la transmisión continua de acciones a través del espacio (acción por contacto).

Fue Hume² quien no sólo sostuvo que la idea de contigüidad en el espacio es uno de los componentes esenciales de la idea de causación, sino que llegó hasta el

² Hume (1739-40), *Treatise*, lib. I, tercera parte, secc. II.

extremo de afirmar que era casi la primera de las partes componentes de la idea de causación que aparecen al analizar esta última: "Compruebo en primer lugar que cualesquiera objetos se consideren como causas o efectos, son *contiguos*; y que nada puede obrar en un instante o lugar que esté separado un ápice del instante y lugar de su existencia. Aunque a veces puede parecer que objetos distantes entre sí se producen unos a otros, suele comprobarse al examinarlos que están vinculados por una cadena de causas contiguas recíprocamente y con los objetos distantes; y cuando en algún caso particular no podemos descubrir esa vinculación, damos por supuesto que existe. Podemos, por tanto, considerar la relación de *contigüidad* como esencial a la de causación."

Es extraño que Hume haya alentado esta opinión. En primer lugar, porque estaba escribiendo precisamente en una era en la cual la idea de la acción a distancia, ostensiblemente contradictoria de la contigüidad, triunfaba en su propio país y comenzaba a conquistar el continente europeo³, desalojando gradualmente a las doctrinas cartesiana y leibniziana de la acción inmediata producida por fuerzas de contacto a través de un medio sutil, tanto como desalojaba al

³ Una década antes de que Hume escribiera su *Treatise*, Voltaire había dicho en sus *Lettres Philosophiques* (1728), que en Londres "*nada se reconoce al francés y todo se atribuye al inglés*", refiriéndose a Descartes y a Newton respectivamente. Cf. Carta XIV en *Oeuvres*, vol. XVII, pág. 79. Diez años más tarde la situación se había modificado de modo considerable en el continente, debido en parte al propio Voltaire, cuyos *Eléments de la Philosophie de Newton* (1738), tuvieron un éxito enorme. Además, las vulgarizaciones de la física de Newton (incluyendo el propio libro de Voltaire) se limitaban prácticamente a la teoría de la gravitación, concebida como una *actio ad distans* instantánea; casi no se ocupaban en absoluto de los principios de la dinámica, que Voltaire mismo entendió mal.

principio de Demócrito según el cual la interacción de los cuerpos sólo puede ocurrir mediante choques⁴. Ésta es una de las pruebas que abonan la sospecha de que la filosofía de la ciencia de Hume estaba rezagada con respecto a su época, siendo en realidad prenewtoniana.

3.1.2. *La contigüidad, hipótesis incompatible con el empirismo*

Pero hay una segunda razón, y más importante todavía, para que resulte difícil entender por qué un empirista adhiere a la creencia de que la contigüidad es no sólo un componente esencial de la causación, sino hasta un ingrediente indispensable de toda concepción científica del mundo; a saber, que la contigüidad no es un hecho directamente comprobable por la experiencia, sino (como el propio Hume⁵ lo reconoció) una *hipótesis*. Además, no se trata de una hipótesis cuyas consecuencias puedan verificarse con cierto grado de exactitud: la comprobación experimental de la contigüidad exigiría una infinidad de observaciones entre dos sucesos en diferentes puntos del espacio. La hipótesis de la contigüidad implica, en suma, una interpolación empíricamente inverificable, cosa que por supuesto no disminu-

⁴ La física anterior a las teorías del campo reconocía dos tipos de acción por contacto: 1) la colisión, o contacto directo entre partículas, y 2) la propagación de diferencias de presión (ondas de densidad) en medios continuos, tales como los fluidos. El principio de la contigüidad espacial era, pues, compatible tanto con el *vacuum* de Demócrito como con el *plenum* de Leibniz. En el primer caso, las causas físicas eran colisiones de átomos en el vacío; en el segundo, diferencias de presión en medios continuos. Por ello Hobbes, en sus *Elements of Philosophy (Concerning Body)*, cap. IX, 7, escribió: "No puede haber causa de movimiento que no sea un cuerpo contiguo y movido." Pero esto ocurría en 1655, y no en 1739 cuando escribía Hume.

⁵ Hume, *Treatise*, lib. 1; tercera parte, secc. II.

ye su valor. En otras palabras, es el principio de continuidad, y no la hipótesis de *actio ad distans* (que Leibniz tenía por “bárbara”), lo que constituye una suposición “metafísica” acerca de la realidad física.

Detengámonos en este punto que tiene considerable importancia en la física del campo, por cuanto lleva implícito el principio de la acción por proximidad. La validez del propio concepto de campo no puede demostrarse empíricamente con sólo medir intensidades de campo, y ello ocurre por las razones que paso a considerar. En primer término, lo que se mide no es la propia intensidad del campo, sino una fuerza ejercida por un campo sobre un cuerpo de prueba; por ejemplo, en el caso del campo eléctrico se mide la fuerza ponderomotriz $F = eE$ de la cual se *infiere* la intensidad del campo E sobre la base del conocimiento de la carga eléctrica e obtenida de un experimento independiente. En segundo lugar, las intensidades del campo $E(x, t)$ se *definen* pero no se *miden* en un *punto* dado del espacio y en un *instante* dado del tiempo: lo que el experimento proporciona no es una función puntual $E(x, t)$ sino una serie de *promedios* sobre una región del campo reducida pero no insignificante, y sobre un intervalo de tiempo que tiene esas mismas características; además, debido a la estructura atómica de la materia, no parece posible en la actualidad reducir ilimitadamente ese volumen⁶. En resumen: el concepto de campo no se define en forma operacional.

La validez y la utilidad del concepto de campo se demuestran, por lo menos en el dominio macroscópico, en forma *indirecta*, como suele ocurrir con los conceptos teóricos refinados: a saber, mediante las consecuencias medibles y de vasto alcance a que conducen las

⁶ Cf. Heitler (1954), *The Quantum Theory of Radiation*, págs. 31 y sigs.

teorías del campo. Y esto no es privativo de la física del campo, sino que se trata de una característica general de la ciencia. Si fuera preciso restringir los conceptos científicos a "observables" definidos en forma operativa como portadores de un contenido empírico inmediato, sólo quedarían en pie en la totalidad de las ramas de la ciencia algunas reglas empíricas ininteligibles, y así se llegaría al ideal machiano de una descripción económica de los datos experimentales. Si de acuerdo con las exigencias de un empirismo consecuente se abandonara la hipótesis de la contigüidad, sería preciso desechar también todas las teorías del campo (gravitación, electromagnetismo y mesodinámica) así como la física de los medios continuos en su integridad (fluidos clásicos y sólidos elásticos). Tal procedimiento quirúrgico ha sido en verdad propuesto por el operacionalismo hace muchos años⁷ y todavía hoy lo sugieren los pragmatis-

⁷ Bridgman (1927), *The Logic of Modern Physics*, pág. 150: dado que desde el punto de vista operativo "carece de sentido hurgar en el interior del electrón", que debe ser tenido por un todo (¿y por qué no por un todo complejo?), debemos "tratar de arreglárnoslas sin el concepto de campo" reduciendo la teoría electromagnética en su totalidad a "los elementos últimos que tienen significado físico, a saber, una acción dual entre pares de cargas eléctricas sin implicación alguna respecto a las acciones físicas allí donde no hay cargas", es decir, donde no pueden efectuarse mediciones. Bridgman llegó al extremo de negar la existencia de la luz en el espacio vacío, fundándose en que sólo puede comprobarse en los emisores y en los receptores: "desde el punto de vista de las operaciones carece de significado o es trivial asignar realidad física a la luz en el espacio intermedio y debe reconocerse que la luz como una cosa que viaja es una pura invención" (pág. 153). El programa operacionalista de Bridgman fue cumplido en parte por J. A. Wheeler y R. P. Feynman, *Reviews of Modern Physics*, 21, 425 (1949), y por R. P. Feynman, *Physical Review*, 76, 749 y 769 (1949). Es por lo menos dudoso que pueda evitarse una referencia explícita al concepto de campo si, como es probable, llegara a resultar que la electrodinámica exige ecuaciones no lineales.

tas, quienes creen que la teoría de Maxwell del campo electromagnético es “hiperdescriptiva” porque desborda el molde operacionalista.

3.1.3. *Las definiciones explícitas de la causación no implican la contigüidad*

Pero lo que más nos interesa no es demostrar que el principio de la acción por contacto es terminantemente incompatible con el empirismo, como en realidad sucede. Nuestro propósito es poner a prueba la afirmación de que la contigüidad es esencial para la causación, idea humeana que tiene sus partidarios modernos⁸. Si se *define* la causación como si ella implicara contigüidad, desde luego que el principio de causalidad llevará implícito el de acción próxima, como sucede con la pretendida “definición precisa de causa y efecto” propuesta por Hume⁹. Pero tales definiciones que especifican un tipo restringido de causación, por más que fueran comunes durante el período cartesiano, hoy son en su mayor parte tan sólo piezas de interés histórico. Basta un examen de cualquiera de las formulaciones más o menos adecuadas y generales del principio causal pro-

⁸ Carnap (1926), *Physikalische Begriffsbildung*, pág. 57. Reichenbach (1929), “Ziele und Wege der physikalischen Erkenntnis”, en Geiger y Scheel (Edits.), *Handbuch der Physik*, vol. IV, pág. 60; Reichenbach (1944), *Philosophic Foundations of Quantum Mechanics*, págs. 117 y sigs. Ernest H. Hutten, “On the Principle of Action by Contact”, *British Journal for the Philosophy of Science*, 2, 45 (1951). Born (1951), *Natural Philosophy of Cause and Chance*, caps. II y IV, admite que la contigüidad es objeto de un principio aparte, pero la considera de todos modos atributo de la causalidad.

⁹ Hume, *Treatise*, lib. I, tercera parte, secc. XIV: “Una *causa* es un objeto precedente y contiguo a otro, y unido a él de tal modo que la idea del uno suscita en la mente la idea del otro y la impresión del uno contribuye a formar una idea más vívida del otro.”

puestas durante los últimos dos siglos (cf. cap. 2) para comprobar que la causación y la acción próxima son dos categorías lógicamente *independientes* y, por tanto, son objetos de principios separados. La causación es compatible con la contigüidad, pero no la implica; además la contigüidad es compatible con la inversión del nexo causal, en el sentido en que pueden concebirse teorías en las cuales todo suceda *de proche en proche* como lo exige el principio de contigüidad, pero en la cuales los efectos aparezcan antes que sus causas¹⁰.

Finalmente, y esto suelen pasarlo por alto los partidarios de Hume, cualquier referencia a la contigüidad espacial en la formulación del principio causal lo haría casi inaplicable fuera de la física.

En resumen, la causación es compatible con la contigüidad, pero no la implica.

3.2. ¿ESTÁ LA ANTECEDENCIA IMPLICADA EN LA CAUSALIDAD?

3.2.1. *La causalidad es compatible con los nexos instantáneos*

El principio de acción retardada, o de antecendencia, dice que siempre se interpone una demora entre la causa y el efecto, siendo la primera anterior en el tiempo

¹⁰ Las ecuaciones diferenciales que contienen derivadas de orden par con respecto al tiempo y un número arbitrario de derivadas con respecto a las coordenadas espaciales, pueden leerse en orden inverso en el tiempo. Por ejemplo, las ecuaciones de los potenciales electromagnéticos tienen no sólo soluciones retardadas sino también avanzadas; estas últimas describen ondas (probablemente sin ningún significado físico) en las cuales el resultado (aceleración de una carga o absorción por ella) aparece antes que la condición (emisión).

al segundo, de modo que (con relación a un sistema físico dado, tal como un sistema de referencia) *C* y *E* no pueden a la vez estar distantes en el espacio y ser simultáneos. Hume¹¹, Schopenhauer¹² y muchos otros estudiosos del problema causal han manifestado que la prioridad temporal de la causa sobre el efecto es esencial para la causalidad; Russell¹³ afirma que “si hay causas y efectos, deben estar separados por un intervalo finito de tiempo”; y N. Hartmann¹⁴ sostiene que “la causalidad sólo significa que, en el curso de los sucesos, los posteriores son determinados por los anteriores”. Finalmente, la noción filosófica de causalidad que ha llegado a ser aceptada por los hombres de ciencia durante los últimos cien años implica la idea de un rezago temporal del efecto con respecto a la causa.

Sin embargo, el principio de antecedencia y el principio de causalidad son independientes entre sí. Para verificar esta afirmación bastará recordar cualquiera de las formulaciones del principio causal que examináramos en el capítulo anterior, en particular la definición empirista de la causación como conjunción constante (cf. 2.3) y la definición de la causación como producción

¹¹ Hume, *Treatise*, lib. I, tercera parte, secc. II.

¹² Schopenhauer (1813), *Ueber die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde*, secc. 20.

¹³ Russell (1912), “On the Notion of Cause”, en *Mysticism and Logic*, pág. 175. En su contribución al artículo “Causa” del *Vocabulaire Technique et critique de la philosophie* de Lalande, vol. I, pág. 101, Russell escribió: “Una proposición causal puede expresarse del siguiente modo: A existe en el instante $t \supset B$ existirá en el instante $t + \Delta$.” Pero en *Our Knowledge of the External World* (1914), p. 219, manifiesta que “no es esencial para una ley causal que el objeto inferido sea posterior a alguno o a la totalidad de los datos. Puede muy bien ser anterior o simultáneo”.

¹⁴ N. Hartmann (1949), *Einführung in die Philosophie*, pág. 23.

necesaria (cf. 2.5): ninguna de ellas contiene la idea de prioridad temporal. Lo que todas ellas enuncian es lo que llamamos precedencia *existencial* de la causa sobre el efecto (cf. 2.3); es decir, todas exigen que la causa se encuentre presente para que se produzca el efecto, pero sin implicar sucesión en el tiempo.

La causalidad es por lo tanto *compatible con vínculos instantáneos*, ya sea en un punto dado del espacio (como en el caso de la ley dinámica según la cual “la fuerza causa aceleración”), o entre sistemas situados en diferentes regiones del espacio. Este último caso tiene importancia, pues en realidad los físicos han imaginado acciones a distancia sin demora temporal no sólo antes de aparecer las teorías del campo, sino también en algunas teorías actuales independientemente de las consideraciones relativas a la causación¹⁵, aunque los hombres de ciencia que afectan ignorar por completo la filosofía tienden a involucrar cuestiones de antecendencia en el problema causal.

¹⁵ La propagación instantánea de las acciones físicas aparece tanto en relación con la electrodinámica (clásica y cuántica) como con la mecánica cuántica. En la teoría electrodinámica la propagación instantánea del campo se obtiene superponiendo ondas ordinarias (retardadas) y ondas avanzadas: como las primeras se propagan desde el pasado hacia el futuro y las segundas desde el futuro hacia el pasado, el resultado neto consiste en una demora temporal nula entre la causa y el efecto. Pero no son muchos los hombres de ciencia que toman en serio las acciones electrodinámicas instantáneas. En la mecánica cuántica las acciones instantáneas aparecen con motivo del llamado colapso instantáneo del paquete de ondas vinculado con un sistema físico al procederse a medir cualquiera de sus atributos dinámicos. Según la interpretación ortodoxa (positivista) de la mecánica cuántica, este colapso no se considera como un proceso físico, sino meramente como una contracción de un “campo de conocimiento” definido en un espacio abstracto de Hilbert, por cuanto no se

El principio de acción retardada, o de antecedenencia, no llegó a ser generalmente aceptado hasta mediados del siglo XIX. Antes de esa época prevalecía en la teoría de la gravitación y en la teoría electromagnética la hipótesis de las acciones físicas instantáneas (tanto a distancia como a través de un medio). Hasta los cartesianos, que permanecían fieles al principio de contigüidad, seguían creyendo que la propagación de la luz era instantánea. Fue preciso que Cauchy llegara a estudiar las deformaciones de los medios continuos y que Faraday introdujera el concepto de campo electromagnético para que comenzara a considerarse el principio de acción retardada como una restricción necesaria sobre el principio de causación en el dominio de la física¹⁶. El reconocimiento del principio de antecedenencia estuvo íntimamente aparejado con los éxitos de las teorías del campo y acarreó una restricción sobre el principio causal en el dominio de la física, pero no en aquellos terre-

estima que la función onda represente situación física alguna, sino tan sólo nuestra información respecto de ella. La tarea de hallar una explicación razonable de semejante contracción repentina corresponde a las teorías no positivistas que consideran a la onda Ψ como la representación de un campo real en el espacio ordinario; pero esto implicaría, presumiblemente, una reinterpretación de la segunda cuantificación.

¹⁶ El reconocimiento del principio de antecedenencia significó también, *de jure* si no *de facto*, una contracción radical del programa de geometrización de la física iniciado por Descartes y que Lagrange había tratado de cumplir en la mecánica analítica con la derivación de las fuerzas de funciones (potenciales) que sólo dependían de las distancias relativas entre puntos materiales (es decir, que sólo dependían de configuraciones geométricas). La velocidad de propagación finita de las interacciones implica que el potencial de interacción no puede ser tan sólo una función de las coordenadas espaciales de las partículas interactuantes, sino que debe contener también el tiempo, el cual lo mismo que la masa no es un concepto geométrico.

nos en que no aparecen velocidades de propagación. Finalmente, la relatividad especial (1905) proscribió las acciones instantáneas en la mecánica, respecto de sucesos producidos en diferentes puntos del espacio¹⁷.

3.2.2. *El principio de acción retardada en la relatividad especial*

Hemos afirmado que el principio de acción retardada, lejos de estar implicado en el principio causal, impone cuando se lo acepta una restricción sobre la causación física. Esto significa que el principio de antecendencia acarrea la aserción de que *hay sistemas que no pueden interactuar* y que, *a fortiori*, no pueden vincularse entre sí de modo causal. En otras palabras, la aserción conjunta de los principios de causación y de antecendencia restringe el número de posibilidades de vinculación física. En la física relativista, este **enuncia-**do adopta la siguiente forma especial: Como **consecuen-**cia del principio según el cual todas las acciones físicas (conocidas) se propagan con velocidades finitas, dos puntos cualesquiera del espacio-tiempo que no puedan vincularse entre sí por medio de la cadena más rápida (conocida) de sucesos (la luz) están *desvinculados desde el punto de vista de la causalidad* (véase fig. 3). Con-

¹⁷ La introducción del principio de antecendencia en la mecánica se efectuó de dos modos. En primer lugar, afirmando implícitamente que todo sistema mecánico está o puede estar conectado con los demás a través del campo electromagnético, según lo sugiere el papel fundamental que en la mecánica relativista desempeña la velocidad de la luz en el espacio vacío; y en segundo término, demostrando que dos fenómenos que son simultáneos dentro de un sistema dado de referencia pueden cesar de serlo en relación con otros sistemas, debido a la velocidad de propagación finita de las interacciones electromagnéticas.

trariamente a lo que se ha pretendido¹⁸, esto no representa una violación del determinismo; tan sólo excluye como físicamente imposibles algunas líneas causales concebibles, pero retiene todas las cadenas causales dentro de los conos de luz.

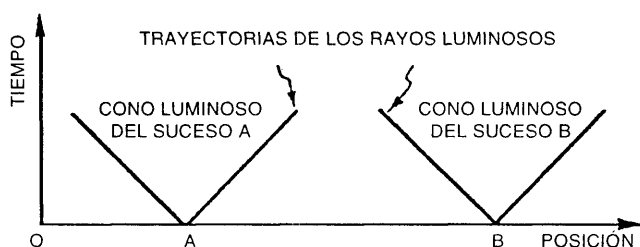


Fig. 3. El suceso *B* está a la derecha del suceso *A*, y los dos son simultáneos con respecto a este sistema particular de referencia. Están *desvinculados entre sí desde el punto de vista causal*, pues ni siquiera la señal más veloz de cuantas se conocen (un rayo de luz), podría vincularlos. Los rayos de luz que emergen de los puntos *A* y *B*, tanto en dirección a la derecha como a la izquierda, se propagan en el espacio-tiempo según las líneas rectas oblicuas que aparecen en la figura; estas líneas constituyen los conos luminosos delanteros de los sucesos *A* y *B*. El suceso *A* sólo puede actuar sobre los sucesos situados *dentro* de su propio cono de luz delantero, y lo mismo ocurre con *B*.

La relatividad introdujo también otro cambio radical en las ideas clásicas acerca de la sucesión en el tiempo: demostró que las series temporales son relativas (es decir, que dependen del sistema de referencia, aunque no necesariamente del observador, que sólo es uno en una infinidad de sistemas de referencia posibles). La relatividad ha demostrado también que el orden tem-

¹⁸ H. Bondi, *Nature*, 169, 660 (1952).

poral de *ciertos* sucesos puede invertirse. Así dos señales luminosas que llegan a un cierto sistema de referencia (sistema material rígido) en un orden (1,2) pueden llegar en el orden inverso (2,1) a un sistema diferente, que se encuentra en movimiento en relación con el primero (véase fig. 4). Pero la relatividad no pretende que la luz (ni ningún otro objeto físico) pueda llegar a un punto dado antes de haberse producido: lo que afirma es que el *orden de producción* de los sucesos destellos luminosos procedentes de una fuente distante dada es único; sólo sus diferencias de tiempo (los intervalos temporales) son relativas, o sea, difieren numéricamente en un sistema de referencia y en otro. La inversión temporal sólo es posible en aquellos pares de sucesos que, estando separados por una distancia, *no* mantienen entre sí una relación causal.

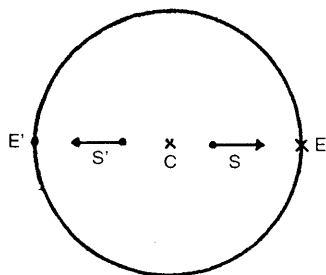


Fig. 4. Relatividad de las series temporales. En un instante inicial dado la fuente C (causa) donde están inicialmente superpuestos dos sistemas de referencia, emite una onda luminosa esférica. Al propio tiempo uno de esos sistemas, por ejemplo S , comienza a moverse hacia la derecha, mientras que el otro, S' , se desplaza en sentido opuesto. Con relación a la fuente C , el frente de la onda llega simultáneamente a E y E' (los efectos); pero en relación con S llega antes a E que a E' , y con respecto al sistema de referencia S' el orden temporal de los sucesos E y E' quedará invertido. Pero en ningún caso ocurrirán los sucesos E y E' antes de que se haya producido la luz en C . Resumiendo: puede invertirse el orden de E y E' , pero tanto E como E' ocurren *después* de C .

En otras palabras, la relatividad admite la inversión de las series temporales de sucesos físicamente inconnexos; pero *excluye la inversión de los vínculos causales*, es decir, niega que puedan aparecer efectos antes de haber sido producidos y en consecuencia no sostiene que pueda modificarse el pasado. Si se prefiere, según la relatividad el orden temporal de las *causas* es relativo (al sistema de referencia) mientras que las *conexiones causales* son invariantes. Vale decir, la duración es relativa y el orden temporal de dos sucesos genéticamente inconnexos *E* y *E'* puede invertirse. Como caso particular, *E* y *E'* pueden ambos proceder de una sola causa *C*, como en el ejemplo de la fig. 4; pero en ningún caso ocurrirá *C* ya sea después de *E* o de *E'*. Además, la causa ni siquiera puede ocurrir (según la física relativista) al mismo tiempo que *E* y *E'*, pues tal simultaneidad implicaría que una señal luminosa pudiera viajar instantáneamente, lo cual contradice el principio de acción retardada que es parte de la relatividad.

Para resumir: aquellos acontecimientos cuyo orden de sucesión es reversible no pueden estar causalmente vinculados entre sí; cuando mucho pueden tener un origen común. O sea, los conceptos 'anterior' y 'posterior' tienen un significado *absoluto* para sucesos causalmente vinculados, y sólo para ellos. Por eso las sucesiones de tipo humeano no implican un sentido único en el tiempo; pero las cadenas genéticas, causales o no, son nada menos que el sustrato mismo del tiempo¹⁹.

¹⁹ Nuestras observaciones sobre la irreversibilidad de las series causales son también válidas con respecto a la teoría general de la relatividad, cuya esencia es la invariancia de las leyes de la naturaleza (es decir, su independencia en relación con la elección de sistemas de referencia, en particular, observadores) y como caso especial, la invariancia de las leyes causales (o de los aspectos causales de las leyes naturales).

En fin, es condición para la validez de la causalidad que C sea previo o por lo menos simultáneo con respecto a E (en relación con un sistema de referencia dado). La antecendencia es relativa con respecto a pares de sucesos causalmente inconexos y es absoluta en relación con sucesos causalmente vinculados y, en general, genéticamente ligados entre sí. El principio de acción retardada es independiente del principio causal; y allí donde se lo postula implica una restricción a la posible vinculabilidad genética del nivel físico de la realidad. Además la mera enunciación de la acción retardada, lejos de estar esencialmente adscrita a la causalidad, es compatible con categorías no causales de determinación²⁰.

3.3. ¿ES LA CAUSACIÓN IDÉNTICA A LA SUCESIÓN INVARIABLE EN EL TIEMPO?

3.3.1. *La interpretación del proceso causal como sucesión de estados*

La mayor parte de los positivistas han sostenido que el concepto de causación debe reemplazarse por el de sucesión invariable (uniforme) en el tiempo o, en rigor, reducirse a éste. Comte²¹, por ejemplo, afirma que en la

²⁰ En esencia los mismos resultados obtiene (siguiendo otro orden de ideas) en cuanto a la independencia de la causalidad con respecto a la antecendencia, J. S. Wilkie, "The Problem of the Temporal Relation of Cause and Effect", *British Journal for the Philosophy of Science*, 1, 211 (1950).

²¹ Comte (1830), *Cours de philosophie positive*, 1e. leçon, vol. I, pág. 3. Comte no excluye a la necesidad en su propia *loi des trois états*, la cual describe como una ley grandiosa y fundamental a la que la inteligencia humana "está sometida por invariable necesidad".

etapa “positiva” (científica) la mente humana no trata de averiguar las causas íntimas de los fenómenos, sino tan sólo “sus leyes efectivas, es decir, sus relaciones invariables de sucesión y semejanza”. Stuart Mill²² afirma: “La Ley de Causación, cuyo reconocimiento es la piedra fundamental de la ciencia inductiva, se reduce a la notoria verdad de que la observación comprueba la invariabilidad de sucesión entre cada hecho de la naturaleza y algún otro hecho que lo ha precedido.” El fundamento de esta afirmación es bien conocido a partir de Hume: sólo la sucesión y la vinculación invariables aparecen *en la experiencia* (curiosa suerte de experiencia que ignora la producción activa y la reproducción y sólo reconoce la observación pasiva). Por ello, si la filosofía debe ser empírica, no puede asignarse al principio causal otro significado que el de sucesión uniforme: “Lo que la experiencia da a conocer es el hecho de existir una sucesión invariable entre todo hecho dado y alguna combinación especial de condiciones antecedentes, de tal modo que donde y cuando exista tal unión de antecedentes nunca dejará de producirse el suceso²³.” Pearson²⁴ y otros representantes más recientes del positivismo²⁵ han defendido una reducción similar de la causación a la sucesión invariable.

La identificación de la causa con el antecedente constante, de la causación con la sucesión invariable (uniforme), ha sido criticada muchas veces por los filósofos. Se ha expresado, por ejemplo, que la reducción de la determinación a la precedencia nos impediría dis-

²² Mill (1843, 1875), *A System of Logic*, lib. III, cap. V, secc. 2.

²³ Mill (1865), *An Examination of Sir William Hamilton's Philosophy*, vol. II, pág. 279.

²⁴ Pearson (1892), *The Grammar of Science*, 3a. ed., cap. IV, secc. 8.

²⁵ Lenzen (1954), *Causality in Natural Science*, *passim*.

tinguir los pocos antecedentes relevantes en medio de la masa de precedentes. Sin embargo los hombres de ciencia, por más que en los aspectos más interesantes de su labor tengan que vérselas con leyes del cambio, ignoran con harta frecuencia tales críticas; en realidad, muchos de ellos creen todavía que cualquier enunciación de una sucesión regular y unívoca de sucesos o cualquier serie continua de estados de un sistema constituyen una ley causal. Así ocurre que la siguiente proposición pasa a menudo por una formulación rigurosa del principio causal:

Los estados de un sistema (cerrado) se desarrollan en el tiempo en forma unívoca y continua. (9)

Otras veces, esta proposición o alguna otra equivalente son consideradas como la forma particular que el principio causal reviste en física²⁶. Dada la dificultad de entender cómo una ley de sucesión de estados puede describirse sin más trámite como causal, a veces se agregan las definiciones *ad hoc* Causa = Estado inicial y Efecto = Estado final²⁷. Y para mayor abundamiento la máxima vulgar “A iguales causas, iguales efectos” es reemplazada a veces por la siguiente fórmula, que se

²⁶ Weyl (1927, 1949), *Philosophy of Mathematics and Natural Science*, pág. 191.

²⁷ La identificación de *causa* con *estado inicial* está en el ambiente desde fines del siglo XIX, debido tanto al (imposible) intento de encuadrar la termodinámica en un lenguaje causal, como a la influencia del fenomenismo (Mach, Ostwald, Duhem). Una de las primeras enunciaciones explícitas de esa identidad aparece en Le Dantec (1904), *Les lois naturelles*, pág. 97. Enunciados equivalentes más recientes son los de Northrop (1947), *The Logic of the Sciences and the Humanities*, pág. 219, y Popper (1950), *The Open Society and its Enemies*, ed. rev., págs. 445-446.

ha vuelto sumamente popular entre los físicos y los filósofos de la ciencia:

*A un mismo estado inicial sucede siempre
un mismo estado final.* (10)

Una ilustración muy frecuentada de esta frase es la ley newtoniana del movimiento, a saber: “fuerza = masa $\times$ aceleración”. En este caso el estado inicial consiste en el conjunto de valores de las posiciones q_0 y los impulsos p_0 de los puntos materiales que intervienen, en un instante dado. Según esta ley, al estado inicial suceden en forma regular, única y continua los estados subsiguientes (q, p) . Pero, descontando el caso extremo del movimiento inercial, esta evolución *no* depende como lo exige (10) exclusivamente del estado inicial (q_0, p_0) , sino que por lo general tanto los vínculos como las fuerzas externas contribuyen a determinar los estados subsiguientes (ver fig. 5), y los vínculos no están especificados en el estado inicial.

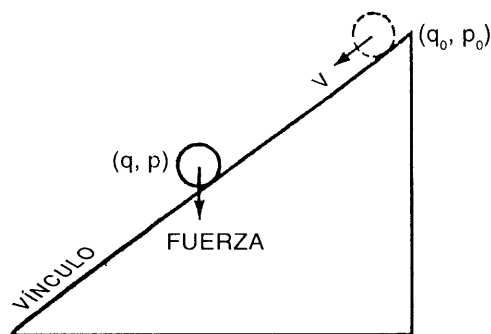


Fig. 5. En la mecánica newtoniana el estado final del movimiento (q, p) , se sigue en forma unívoca del estado inicial (q_0, p_0) por la acción combinada del automovimiento (inercia), las fuerzas externas y los vínculos.

Como se supone que las auténticas causas son necesarias y suficientes para la producción de sus efectos, no es correcto llamar causas a los estados iniciales allí donde se presentan determinantes adicionales (tales como vínculos y fuerzas externas). El simple caso de la mecánica analítica demuestra, pues, que *las líneas causales son algo más que patrones de sucesión uniforme*. De modo parecido la teoría termodinámica de los sistemas aislados, al ocuparse de los sucesivos estados que van desarrollándose espontáneamente (es decir en ausencia de determinantes externos) revela que *las pautas intrínsecas de la sucesión uniforme no tienen por qué ser causales*.

Es fácil advertir por qué los estados no pueden poseer por sí mismos una virtud productiva. El estado de un sistema material es un sistema de cualidades, no un suceso ni una serie de sucesos. Cada estado es la consecuencia de un conjunto de determinantes (por lo común, tanto causales como no causales); o si se prefiere, los valores de los parámetros que especifican un estado son las consecuencias tanto de sus procesos internos como de sus vinculaciones externas. No puede, pues, haber acciones de un estado sobre otro estado de un sistema dado; y en particular, *no puede haber vínculos causales entre estados* ni entre otros sistemas cualesquiera de cualidades. Los estados no son causas, sino simplemente *antecedentes* de estados posteriores. De manera que tomar los estados por causas es incurrir en la falacia del *post hoc, ergo propter hoc*.

3.3.2. La interpretación de la causación como capacidad de predicción

A veces se elige como la formulación correcta del principio causal una sentencia más refinada, a saber:

El conocimiento del estado inicial de un sistema (cerrado) es suficiente para la predicción de su estado en cualquier momento posterior. (11)

Así es como muchos físicos contemporáneos entienden la causalidad²⁸. Sin embargo (11) es ante todo incompleto, pues la ley del movimiento (y si viene al caso la función de fuerzas) así como los vínculos y la especificación del medio ambiente (condiciones de contorno) son tan necesarios como el estado inicial para poder predecir algo. Pero, aunque se añadieran estos detalles, se perdería de todos modos en (11) la univocidad que caracteriza al vínculo causal, pues las informaciones empíricas nunca son cuantitativamente exactas; en lugar de un juego inequívoco de valores que especifiquen el estado inicial del sistema en cuestión, la observación y la medición suelen brindar distribuciones estadísticas de las variables pertinentes. Esta incertidumbre de la información inicial —que tiene siempre una dispersión en torno a valores promedios— desbarata la correspondencia 1:1 entre estados claramente definidos por más que, como en la física clásica, se dé por supuesto que los valores teóricos están en efecto definidos de manera terminante. Ésta es una de las razones para considerar que (11) es una formulación inadecuada del principio causal²⁹. Además *todas* las leyes, causales o no, adquieren rasgos estadísticos cuando se las formula en términos observacionales; pero

²⁸ Cf. Weizsäcker (1943), *Zum Weltbild der Physik*, 5a. ed., pág. 73.

²⁹ Cf. Nagel (1951), "The Causal Character of Modern Physical Theory". en Feigl y Brodbeck (compils.), *Readings in the Philosophy of Science*, pág. 425.

esto nada tiene que ver con las leyes en el nivel óntico, que no revisten términos operacionales. La transición del nivel de la teoría al nivel del experimento, del nivel conceptual al empírico, ocurre cuando se trata de *verificar* una teoría, no cuando lo que se hace es *formularla* (cf. 12.1.2).

Además (11) no es un enunciado ontológico, no es una proposición relativa al universo, sino una declaración referente a nuestro conocimiento y pronóstico de los acontecimientos. Si fuera correcta (ya hemos visto que es incompleta), sería posible —por cuanto se refiere a la información inicial y a la predicción— considerarla como un *socio gnoseológico* de un principio ontológico (el relativo al desarrollo unívoco y continuo de los estados de un sistema aislado). Realmente el conocimiento de un cierto tipo de ley natural, aparejado con un conjunto de informaciones específicas (tales como las condiciones iniciales) hace a menudo posible una predicción casi unívoca de los estados futuros, por lo menos mientras no ocurran cambios cualitativos ni sobrevengan perturbaciones externas; siempre que sepamos cómo resolver los problemas matemáticos eventualmente implicados en el pronóstico, nuestra predicción puede resultar válida durante lapsos reducidos. Pero el problema causal, lejos de tener sólo un aspecto gnoseológico, es principalmente una cuestión ontológica. Por ello las consideraciones referentes al conocimiento y al preconocimiento están fuera de lugar en los enunciados del principio causal; pero en cambio son pertinentes a los enunciados que conciernen a la verificación o a la aplicación de los enunciados de leyes, sean causales o no.

La identidad, que establecen los empiristas, del *significado* de una proposición empírica con su uso predictivo o con la técnica que se emplea para ponerla a prue-

ba (y por tanto para confirmarla o desecharla), lleva a confundir los *criterios* de determinación con las *clases* de determinación y, en particular, los criterios de vinculación causal con las clases de vínculos causales. Por ejemplo Rapoport³⁰ distingue tres “clases de causalidad”: 1) *causalidad observacional*, cuyo significado sería el siguiente: “Observad la aparición de A, y observaréis la aparición de B; 2) la *causalidad manipulativa*, que según se sostiene tendría este significado: “Provocad la aparición de A, y observaréis a B, o impedid la aparición de A, y B no aparecerá”; finalmente, 3) la *causalidad postulativa*, que según se afirma tendrá lugar si “B nos resulta sorprendente cuando ignoramos la ocurrencia de A y cesa de sorprendernos cuando nos enteramos de ésta”. Desde luego que si no se acepta la teoría verificacionista del significado, que informa esta clasificación, las precedentes clases de causalidad ya no se nos presentan como diferentes tipos de conexión causal, sino como *criterios* de ésta o como *técnicas* para la verificación de hipótesis causales. En resumen, la causación no es idéntica a ninguna de sus pruebas.

3.3.3. *Las descripciones del cambio como sucesión de estados no tienen por qué ser causales*

Las descripciones del cambio como sucesiones temporales de estados no tienen por qué ser causales, o sea, no tienen obligación de referirse a un proceso en el cual ciertas causas *produzcan* ciertos efectos según una pauta dada. Además, las explicaciones predominantemente fenomenológicas del cambio no tienen por qué ser descripciones inteligibles y verificables; es decir, no

³⁰ Rapoport (1954), *Operational Philosophy*, págs. 57 y sigs.

deben necesariamente ser científicas: pueden ser míticas o mágicas, como en el caso de los mitos arcaicos y antiguos sobre las sucesivas metamorfosis de seres fabulosos³¹. El programa fenomenista de explicar la sucesión invariable en forma puramente descriptiva, sin inquirir el “mecanismo” del cambio, es en realidad característico de una cultura poco desarrollada, y no peculiar de la etapa “positiva” de la humanidad.

Desde luego que la ciencia contiene asertos de sucesión invariable en el tiempo. Pero ante todo no parece legítimo llamarlos “leyes causales” cuando carecen del ingrediente esencial de un vínculo productivo, genético, si tan sólo describen sucesiones uniformes sin indicar las *causas* del proceso. En segundo lugar, la ciencia rara vez se da por satisfecha con meros enunciados de sucesión regular en el tiempo: éstos son por lo general la primera y no la última palabra, a menos que el cambio en cuestión resulte a fin de cuentas puramente cuantitativo; siempre se buscan otras leyes que sirvan de apoyo al mero *fluxus formae* y lo expliquen, y a veces hasta se las encuentra. No de otro modo la hipótesis de la naturaleza electromagnética de la luz explica

³¹ Cf. Frankfort y otros (1946), *Before Philosophy: The Intellectual Adventure of Ancient Man*, pág. 27: “Los cambios pueden ser explicados (por el hombre primitivo y antiguo) muy simplemente como dos estados diferentes, de los cuales se dice que uno procede del otro sin hacer hincapié en proceso inteligible alguno; en otras palabras, como una transformación, una metamorfosis. Comprobamos que, una y otra vez, este recurso se emplea para dar cuenta de los cambios, sin que se requiera después de ello ninguna otra explicación. Un mito explica por qué el sol, que era considerado el primer rey de Egipto, se encuentra ahora en el cielo. Dice que habiéndose cansado el dios-sol Ra de la humanidad, se sentó sobre la diosa-cielo Nut, la cual se convirtió en una gigantesca vaca erguida en sus cuatro patas sobre la tierra. Desde entonces el sol se encuentra en el cielo.”

la óptica geométrica, así como la hipótesis de la lucha de clases se propone explicar ciertos sucesos históricos.

Finalmente, si la causación se redujera a sucesión uniforme, la relatividad no sería válida. En verdad, la relatividad establece una profunda diferencia entre la sucesión de acontecimientos genéticamente inconexos (cuyo orden temporal es relativo) y la sucesión causal, cuyo orden temporal es irreversible (cf. 3.2.2). La relatividad del orden temporal de sucesos causalmente inconexos, en contraste con la índole absoluta del carácter “existencial” y eventualmente también temporal de la precedencia de la causa sobre el efecto, revela que la reducción empirista de la causación a sucesión regular en el tiempo es cuando menos anticuada.

En definitiva, la causación no queda agotada por la asociación regular en el tiempo, aunque las cadenas causales puedan por supuesto desarrollarse en el tiempo (o mejor dicho, engendren el tiempo) de acuerdo con pautas fijas.

3.4. ¿SE REFLEJA LA CAUSACIÓN EN LAS ECUACIONES DIFERENCIALES?

3.4.1. *Las ecuaciones diferenciales como imágenes de las sucesiones uniformes: una confusión de las dimensiones del lenguaje*

Si la causación se agotara en la sucesión uniforme, unívoca y continua, las ecuaciones diferenciales que contienen el tiempo como variable “independiente” podrían considerarse imágenes de leyes causales, tal como las ecuaciones diferenciales (parciales) con coordenadas espaciales como variables “independientes” son las formas matemáticas adecuadas de expresar la

contigüidad característica de los campos y de los medios continuos. Ésta es, por otra parte, una creencia muy difundida³². Russell llegó una vez al punto de afirmar que "Las leyes científicas sólo pueden expresarse en ecuaciones diferenciales"³³. Mucha audacia hubo de tener para pronunciar una generalización tan terminante en momentos en que se introducían por doquier en la física y la tecnología formas matemáticas como las ecuaciones íntegro-diferenciales, las de diferencias finitas y las matriciales, para no hablar de las conocidas desde tiempo atrás: leyes aritméticas como las de Mendel, algebraicas como la de Ohm, o principios integrales como los de Fermat y Hamilton.

Si se acepta la reducción empirista del devenir a una sucesión uniforme, única y continua en el tiempo, puede admitirse también la reducción de la matemática de la ciencia "empírica" a ecuaciones diferenciales (siempre que se dé también por supuesto que la ciencia no

³² Carnap (1926), *Physikalische Begriffsbildung*, pág. 57. Frank (1937), *Le principe de causalité et ses limites*, págs. 144 y sigs. Lenzen (1938), "Procedures of Empirical Science", en *International Encyclopedia of Unified Science*, vol. I, núm. 5, pág. 36: "el análisis diferencial da una formulación exacta del concepto popular de causalidad"; (1954), *Causality in Natural Science*, pág. 54; "La causalidad se ha convertido en una relación funcional, cuya expresión más adecuada es la ecuación diferencial." Mises (1939, 1951), *Positivism*, págs. 158-159. Weizsäcker (1943), "Naturgesetz und Theodizee", en *Zum Weltbild der Physik*, 5a ed., pág. 165. Margenau (1950), *The Nature of Physical Reality*, págs. 404 y sigs. Hutten (1956), *The Language of Modern Physics*, pág. 214. Bergson (1907), *L'évolution créatrice*, pág. 19, considera la expresabilidad de las leyes científicas en términos de ecuaciones diferenciales como una característica de la materia inorgánica.

³³ Russell (1927), *An Outline of Philosophy*, pág. 122; en *Human Knowledge* (1948), pág. 334, esa afirmación queda limitada a las leyes de la física.

debe ocuparse en leyes de estructura). Pero subsiste una circunstancia irreductible, a saber, que la ciencia también emplea otras formas matemáticas, lo cual demuestra que la investigación se habría resentido seriamente si hubiera obedecido a la doctrina positivista (o a cualquier otra política limitadora) a este respecto. Toda limitación *a priori* de las posibles formas matemáticas de las leyes científicas es en el mejor de los casos ineficaz; y en el peor, paralizante. Los hombres de ciencia experimentados saben que el instrumento matemático elegido en cada caso, para expresar una pauta objetiva dada, no sólo depende del propio tipo de fenómenos de que se trata, sino también de la preparación y habilidad matemáticas del hombre de ciencia. Es por otra parte una verdad harto difundida que los adelantos de la ciencia dan lugar a la invención de nuevas herramientas matemáticas, y viceversa: los progresos de la matemática brindan a su vez un surtido cada vez más rico de formas que más tarde o más temprano son “colmadas” (es decir, correlacionadas) con los más variados contenidos, o por lo menos llegan a intervenir en alguna teoría científica. Imaginar que este flujo en doble sentido pueda llegar a interrumpirse algún día, es síntoma de pesimismo injustificado. Las máximas dogmáticas de los filósofos obran a veces como poderosos frenos para retardar los progresos de la ciencia, pero éstos siempre terminan por abrirse paso.

No sólo no son las ecuaciones diferenciales los únicos instrumentos matemáticos de la ciencia, sino que ni siquiera reflejan la causación, que es una de las formas más simples de la determinación. En realidad las ecuaciones diferenciales, aunque estén debidamente interpretadas en términos materiales, no afirman que los cambios sean *producidos* por cosa alguna, sino tan sólo que son o bien *acompañados* o bien *seguidos* por algu-

nos otros cambios. Tal como las funciones pueden utilizarse para expresar asociaciones constantes, las ecuaciones diferenciales pueden emplearse para expresar cambios regularmente *asociados* (concomitantes).

Consideremos la más simple ecuación diferencial con el tiempo como la variable “independiente”:

$$\frac{dx}{dt} = f(t),$$

que también puede leerse así:

$$dx = f(t) dt.$$

Estas fórmulas³⁴ no afirman que el cambio dx sea *producido* por dt ; lo único que aseveran es que la variación dx experimentada por la propiedad designada con ‘ x ’, durante el intervalo de tiempo dt , es igual a $f(t)dt$. No debe interpretarse que según ellas el “flujo de tiempo” dt ha *causado* o producido por sí mismo el cambio dx , pues el tiempo, lejos de tener virtudes productivas y de “fluir” *per se* con prescindencia de la sucesión de los acontecimientos, no es más que el ritmo del proceso, el orden de los sucesivos (Leibniz).

³⁴ Se dice a menudo que las ecuaciones diferenciales que expresan relaciones causales, al revés de las del texto, no deben contener la variable tiempo en forma explícita. Por ejemplo Russell (1912), en “On the Notion of Cause”, *Mysticism and Logic*, págs. 193-194, manifiesta que “ninguna ley científica contiene el tiempo como argumento”; y otros consideran tal restricción como la esencia misma del principio de causalidad. Si se aceptara tal interpretación, fenómenos cotidianos, como las oscilaciones amortiguadas o el movimiento en un fluido no deberían considerarse como si “obedecieran” a leyes causales, pues en uno y otro caso la función de fuerzas puede depender explícitamente del tiempo.

Cuando una interpretación causal de una forma matemática es razonable (ya sea esa forma una ecuación o una desigualdad, diferencial o no) debe ser *agregada* a la entidad matemática. Esta regla semántica de correspondencia, adjunta a la forma sintáctica pertinente, suele expresarse por medio de palabras; es decir, que tal interpretación no es patrimonio de los símbolos matemáticos en sí, sino del sistema (semántico) de relaciones que vinculan a los signos con las entidades físicas, químicas, biológicas, etc., en cuestión. A veces tal interpretación no se formula explícitamente, sino que se da por sobreentendida; pero es precisamente misión de los filósofos de la ciencia desenterrar las suposiciones ocultas y distinguir las diversas dimensiones del lenguaje.

Ampère, que era a la vez un científico y un meta-científico, lo sabía muy bien cuando decía que la ley de la acción recíproca y apareada de las corrientes eléctricas, que él había establecido, era compatible con dos teorías explicativas diferentes; era su convicción que, fuera cual fuere el proceso por el cual se explicara los fenómenos electrodinámicos, su fórmula reflejaba los hechos. Y de Broglie dijo una vez que las ecuaciones quedan aunque sus interpretaciones pasen. (Lo cual puede representar, de paso, la principal justificación de la mayoría de las actuales teorías del mesón: puede ocurrir que sus ecuaciones resulten tener en definitiva correlatos empíricos en alguna región de la realidad.)

Una y la misma forma matemática, tal como una ecuación diferencial, es pues susceptible de diferentes interpretaciones (contenidos o significados); si no es posible anexarle una explicación en términos de procesos materiales, sigue siendo un simple enunciado de hecho por más que pueda servir para explicar a su vez otros

hechos. Veamos la ecuación de Rourier sobre la difusión del calor:

$$\frac{\delta U}{\delta t} = D \frac{\delta^2 U}{\delta x^2} .$$

Esta ecuación fue muy alabada por Comte³⁵ y por Mach³⁶, precisamente porque según ellos, no dice *qué* es el calor o *por qué* fluye, sino que se limita a decir *cómo* fluye. Pero Fourier³⁷, en cambio, había dicho claramente que su propia obra sobre la conducción del calor era compatible con diferentes explicaciones del mecanismo de propagación térmica y con diferentes hipótesis relativas a la naturaleza del calor. Además, como bien se sabe ahora, la misma ecuación puede emplearse para describir otros fenómenos, tales como el transporte de materiales por difusión. La moraleja es sencilla: las formas sintácticas pueden permanecer invariables bajo las más diversas transformaciones semánticas.

3.4.2. *Formulación de leyes no causales con la ayuda de ecuaciones diferenciales.*

Si se exigiera un ejemplo más a la moda, podríamos aportar la ecuación de onda de Schrödinger:

³⁵ Comte (1830), *Cours de philosophie positive*, 31e. leçon.

³⁶ Mach (1900), *Die Prinzipien der Wärmelehre*, 2a. ed., pág. 115: "La teoría de Fourier sobre la conducción térmica puede tomarse como teoría física *modelo*. No se funda en una *hipótesis*, sino en un *hecho* observable, a saber, que la velocidad de nivelación de las pequeñas diferencias de temperatura es proporcional a las diferencias mismas."

³⁷ J. B. S. Fourier (1822), *Théorie analytique de la chaleur*, en *Oeuvres*, vol. I, pág. 538.

$$\frac{ih}{2\pi} \frac{\delta\psi}{\delta t} = H_{op}\psi ,$$

por ser ésta probablemente la ecuación más reinterpretada de cuantas se han escrito. De acuerdo con la interpretación que de la mecánica cuántica sostienen los empiristas lógicos³⁸, la teoría fundada en la ecuación de Schrödinger es ontológicamente neutral y en particular no brinda apoyo ni al determinismo ni al indeterminismo, pues nada afirma con respecto al mundo real, sino que sólo se refiere a las mediciones en escala atómica; por otra parte, la teoría sería decididamente indeterminista con respecto a los resultados de tales mediciones, que no se consideran determinadas por cosa alguna. Pero esas informaciones empíricas se resumen en la función ψ (llamada a menudo “onda de conocimiento”) que resuelve la ecuación de Schrödinger y que, de acuerdo con la interpretación adoptada por la mayoría de los positivistas, sólo tiene un significado de probabilidad. En otras palabras, la interpretación usual, positivista, de la teoría cuántica implica una *indeterminación empírica*, por más que las probabilidades evolucionen en una forma estrictamente prescrita y unívoca de acuerdo con la ecuación de Schrödinger, que es precisamente una ecuación diferencial con el tiempo como variable “independiente”. En consecuencia, parece claro que los positivistas deben renunciar a la interpretación ortodoxa de la teoría cuántica, o bien abando-

³⁸ Philipp Frank, “Philosophische Deutungen und Missdeutungen der Quantentheorie”, *Erkenntnis*, 6, 303 (1936); este número de *Erkenntnis* está dedicado por entero al problema causal. Véase también Frank (1946), *Foundations of Physics*.

nar su tesis de que las ecuaciones diferenciales de cierto tipo reflejan la causación, pues una y otra son incompatibles entre sí; y eso sin entrar a discutir la validez que cada una de ellas pueda tener por separado.

La identificación de las leyes causales con las ecuaciones diferenciales que pueden introducirse para representar una variedad ilimitada de tipos de evolución continua en el tiempo (siempre que se las acompañe de las reglas semánticas adecuadas), ha conducido a una difundida e ingenua solución del rompecabezas de la mecánica cuántica. De acuerdo con dicha interpretación la teoría, pese a renunciar a la causalidad en lo tocante a las cosas mismas (es decir, a los sistemas atómicos) la retiene, sin embargo, en lo referente a la evolución de *nuestra información*, pues las probabilidades mismas (o mejor dicho, las amplitudes de probabilidad) evolucionan de acuerdo con una ley presuntamente causal, a saber, la ecuación de Schrödinger³⁹.

Las formas matemáticas nada dicen *por sí mismas* acerca de la realidad material; y precisamente por ello pueden utilizarse (en combinación con las reglas semánticas) para decir tanto acerca del mundo exterior. El eventual contenido objetivo que pueda verse en fórmulas matemáticas reside por entero en el significado factual (físico, biológico, etc.), asignado con carácter *ad hoc* a los símbolos que en ellas aparecen, es decir, en las reglas semánticas. En consecuencia, el problema causal —lo mismo que el problema de la naturaleza mecánica de los objetos a que se refiere una teoría dada— no puede presentarse en las formulaciones o en

³⁹ El germen de esta interpretación se halla en el trabajo de Max Born donde se presenta la interpretación estadística de la teoría cuántica (1926). También es éste el núcleo de la interpretación de Margenau.

las representaciones de una teoría científica determinada, sino tan sólo en sus *interpretaciones*⁴⁰. Quien acepte la doctrina de la “vacuidad” de las estructuras matemáticas (y los positivistas lógicos se cuentan entre quienes han contribuido a aclarar este punto) no será consecuente si sostiene al propio tiempo que las ecuaciones diferenciales son por sí mismas una imagen de la causación o de alguna otra forma de determinación⁴¹.

Y el hecho de que *con la ayuda* de los instrumentos matemáticos pueden describirse muchas características del mundo material, es innegable; mas éste constituye otro asunto. Pero para circunscribirnos a las ecuaciones diferenciales, debe comprenderse que éstas pueden resultar útiles en la formulación tanto de leyes causales como de leyes *no* causales. Por ejemplo, ecuaciones diferenciales del tipo:

⁴⁰ Cf. Mario Bunge, “Lagrangian Formulation and Mechanical Interpretation”, *American Journal of Physics*, 25; 211 (1957).

⁴¹ El carácter formal de la matemática, en el sentido de que ésta no discurre acerca de la realidad material (por más que pueda prestarse a una variedad casi arbitraria de interpretaciones en términos materiales), fue advertido sin duda por todos los no-pitagóricos de Aristóteles en adelante y por todos aquellos que rechazan la tradicional tesis empirista y materialista vulgar de que todo objeto mental es la transcripción o reflejo de algún hecho empírico. Hasta Kepler, por muy influido que estuviera por el pitagorismo, el platonismo y el neoplatonismo, comprendió finalmente que las meras manipulaciones de signos son neutrales, o sea que nada prueban acerca del mundo exterior, de modo que ningún secreto de la naturaleza puede llegar a revelarse con su sola ayuda. La tesis de la vacuidad de las fórmulas matemáticas y lógicas fue defendida por Leibniz (1696) y adoptada por Wittgenstein (1922) y por el Círculo de Viena, cuyos partidarios las describen a menudo como tautológicas o no informativas (cf. Carnap [1939], *Foundations of Logic and Mathematics*).

$$\frac{\delta \rho}{\delta t} = f(q, p, t)$$

(en las cuales q y p pueden a su vez ser funciones de t) aparecen no sólo en teorías que tienen un acentuado contenido causal —tales como la dinámica clásica de los fluidos— sino también en teorías de procesos no estacionarios, tales como los fenómenos de transporte, las cadenas estocásticas, etcétera. En dichas teorías ρ representa generalmente una densidad de probabilidad, de modo que el significado de la referida ecuación, en el contexto de tales teorías estadísticas, no es precisamente causal. El ejemplo más simple y mejor conocido de este tipo de ecuación es la ley del ritmo (promedio) de la desintegración radiactiva, a saber,

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N,$$

que puede derivarse de la suposición de la independencia recíproca o carácter fortuito de las sucesivas desintegraciones individuales. La integración de esta ecuación da $N = N_0 e^{-\lambda t}$, representada en la figura 6. Pero la misma forma matemática se utiliza para describir la absorción de la luz en medios homogéneos, la caída de la intensidad de excitación de los circuitos neurales, la mortalidad de las bacterias bajo la acción de un desinfectante, la ley de la utilidad marginal, de Daniel Bernoulli, y otros muchos procesos, causales o no. Lo que interesa a este respecto no es tanto la *forma* matemática como el *significado* asignado a los símbolos que en ella aparecen: su interpretación. En el caso de las teorías estadísticas, los estados iniciales son densidades

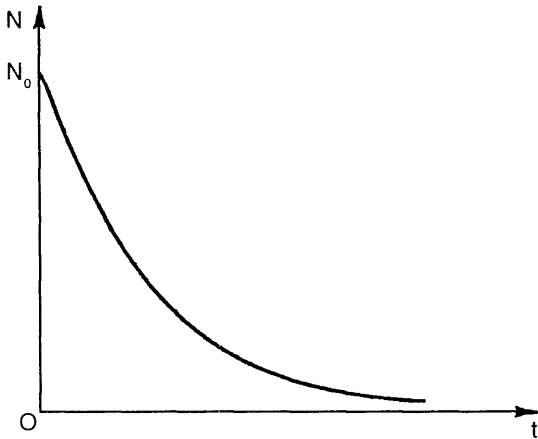


Fig. 6. Caída exponencial $N = N_0 e^{-\lambda t}$, notable pauta de procesos reales en todos los niveles conocidos.

de probabilidad, o distribuciones de frecuencia, o números promedios, que son seguidos en el tiempo por otras distribuciones (en forma unívoca, como sucede en el caso de los procesos llamados estocásticamente definidos, o no, como en el caso general). Llamar “causa” al valor inicial de una función de distribución que especifica, por ejemplo, la probabilidad de que un sistema esté en uno u otro de diversos estados posibles, parece paradójico y en rigor es una petición de principio. Por ello evitamos identificar las causas con estados iniciales y la causación con una sucesión de estados regular, unívoca y continua.

3.4.3. *Ecuaciones integrales y teleología*

Dada la amplia difusión de la opinión que estamos examinando, puede resultar útil otro argumento. Otro

hecho que revela que es insostenible la afirmación según la cual cuanto cabe decir acerca de la causación puede expresarse en ecuaciones diferenciales de cierto tipo, es que estos objetos ideales están contenidos a su vez en estructuras aún más amplias, a saber, las ecuaciones integrales. En rigor, las ecuaciones diferenciales pueden derivarse de las integrales, aunque no siempre pueda hacerse lo contrario. Así la ecuación de Lagrange

$$\frac{d}{dt} \frac{\delta L}{\delta q} - \frac{\delta L}{\delta q} = 0,$$

(que probablemente sea la ecuación diferencial que con más frecuencia aparece en la física teórica) puede deducirse del principio integral de Hamilton

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} L(q, \dot{q}, t) dt = 0.$$

Si se insiste en asignar a toda forma matemática un contenido ontológico específico, ¿por qué no sostener entonces que son las ecuaciones integrales y no las diferenciales las que reflejan la causación?

Lo cierto es que se ha afirmado lo contrario, esto es, que las ecuaciones integrales (y más específicamente, los principios de máximos y mínimos, tales como el de Fermat o el de Hamilton) son la versión matemática de la finalidad⁴². ¿Es esto más acertado que atribuir vida a

⁴² Cf. Planck (1937), "Religion und Naturwissenschaft", en *Vorträge und Erinnerungen*, pág. 330. Dos décadas antes, Planck había dicho explícitamente que los principios integrales nada tienen que ver con la teología: cf. "Das Prinzip der Kleinsten Wirkung", en *Die Kultur der Gegenwart, Physik*; Hinneberg (compils.), (1915), págs. 692 y sigs.

sistemas materiales autorregulados como los giróscopos y los hornos automáticos, tan sólo porque responden a pequeñas perturbaciones de manera que se conserve alguna de sus propiedades (impulso angular y temperatura respectivamente)? Además, como toda ecuación diferencial puede reformularse en forma de integral y como de los principios integrales pueden deducirse ciertas ecuaciones diferenciales (a saber, las de Euler-Lagrange), esa extraña opinión puede conducir a identificar la causación eficiente con la final o a afirmar su interconvertibilidad, tesis que en efecto ha sido defendida⁴³ y que en esencia se reduce a confundir estado final con finalidad.



Fig. 7. El principio de acción estacionaria de Hamilton. De todos los recorridos (¡ficticios!) concebibles entre los puntos P_1 y P_2 (correspondientes a los instantes t_1 y t_2 respectivamente), el sistema recorre *en realidad* aquella línea (llena) con respecto a la cual la acción total sea la mínima o sea la máxima relativamente a la acción correspondiente a los demás recorridos concebibles.

⁴³ Cf. D'Abro (1939), *The Decline of Mechanism*, págs. 265-266. Weizsäcker (1943), "Naturgesetz und Theodizee", en *Zum Weltbild der Physik*, pág. 166.

Aquellos que, a la manera de Aristóteles, tratan de introducir la teleología en la física, harían bien en leer la *Histoire du Docteur Akakia*, de Voltaire, donde éste se burla de la interpretación teleológica del principio de la mínima acción por parte de Maupertuis. También podrían recordar que la multiplicidad de medios que caracteriza el comportamiento finalista (cf. 2.4.2) es precisamente todo lo contrario de la univocidad de procesos afirmada por los principios de acción estacionaria (siempre que el integrando satisfaga ciertas condiciones usualmente requeridas en física tan sólo para asegurar la unicidad de la solución). Precisamente por ello se ha tenido a veces a los principios integrales por formulaciones del postulado de la univocidad de los procesos naturales (véase fig. 7). Decir que, al obrar como lo hacen, los objetos físicos se mueven “con el propósito” de reducir al mínimo o de conservar la intensidad de una cualidad dada, es algo no muy diferente de afirmar que las cosas ocurren como ocurren “para que” puedan satisfacerse las leyes naturales. Los principios de máximo y de mínimo no son mayor indicio de comportamiento teleológico que cualquier otra ley física, y la vinculación de integrales con el propósito o el designio pertenece a la misma clase de confusión de niveles del lenguaje que la vinculación de las ecuaciones diferenciales con la causación.

3.4.4. *La prueba empírica de la ecuaciones diferenciales y la cuestión de las “verdaderas leyes naturales elementales”*

Para concluir con nuestro análisis de la tesis de que ciertas ecuaciones diferenciales reflejan los procesos causales, daremos un último argumento: las ecuaciones diferenciales no son directamente *comprobables por el*

experimento, aun después de haber sido interpretadas en términos empíricos. En realidad, sólo las ecuaciones de diferencias finitas y las relaciones integrales (tales como las soluciones de las ecuaciones diferenciales) pueden correlacionarse con datos empíricos. Si examinamos la propia noción elemental de velocidad instantánea, definida como dx/dt , vemos que sólo las velocidades medias $\Delta x/\Delta t$ provienen de la mediación.

O piénsese en el término rot E que aparece, por ejemplo, en una de las ecuaciones de Maxwell; sólo a su equivalente integral, es decir, a la integral de línea $\oint E \cdot d\mathbf{s}$, puede asignársele un significado operacional (por ejemplo, la fuerza electromotriz).

Puede argüirse que es factible obtener una aproximación arbitrariamente buena a la expresión elemental (diferencial), de modo que en definitiva el problema de la verificación empírica de una hipótesis científica expuesta en términos diferenciales se parece a la sustitución de las líneas geométricas por delgados alambres. Así efectivamente ocurre en muchos casos, sobre todo en relación con fórmulas que incluyen símbolos simples tales como dx/dt . Pero en otros no se trata tan sólo de una diferencia cuantitativa, sino cualitativa, entre la ley teórica y la expresión comprobable experimentalmente; más exactamente, a veces no puede establecerse correspondencia alguna *única* entre las leyes diferenciales y los datos experimentales, de modo que la elección entre las diversas hipótesis compatibles con los datos es arbitraria, a menos que alguna de ellas esté respaldada por razones teóricas (o por prejuicios ontológicos, tales como el de simplicidad). Tal falta de correspondencia única entre los datos experimentales y el modelo teórico es particularmente notable allí donde aparecen líneas cerradas de flujo o de fuerza, como en la dinámica de los fluidos, la teoría electromagnética y

otras teorías clásicas del campo. En tales casos, hay nada menos que una *infinidad* de diferentes leyes “elementales” (diferenciales) compatibles con una sola ley integral (la única accesible al experimento)⁴⁴. En otras palabras, hay modificaciones en gran medida *arbitrarias* de las leyes diferenciales que no tienen consecuencias empíricas verificables; por ello carece de sentido, en el terreno empírico, preguntar cuál de esas infinitas fórmulas *diferenciales* es la verdadera.

Por no haberse llegado a comprender esto, se suscitó hace un siglo —entre los partidarios de Ampère y los de Grassmann— una controversia tan dilatada como estéril acerca de las “verdaderas leyes elementales” de las influencias mutuas de las corrientes eléctricas. La discusión se refería a dos leyes “elementales” distintas que, integradas a lo largo de un circuito, daban el mismo resultado y eran, por tanto, empíricamente equivalentes. En la actualidad se comprende —aunque no de modo tan explícito como sería de desear— que en esos casos sólo los enunciados de leyes *integrales* pueden ser verdaderos o falsos, mientras que la elección entre las leyes diferenciales compatibles con la ley integral es, en gran medida, asunto de conveniencia o aun de gusto (para desesperación de los partidarios de la teoría del conocimiento como reflejo).

Además, el mismo conjunto de datos experimentales y el mismo razonamiento que sugieren la elección de una ecuación diferencial dada como “el” reflejo de un cierto grupo de fenómenos, sugiere también una ecuación de diferencias finitas. Sólo otras consecuencias de

⁴⁴ Puede sumarse una *infinidad* de diferenciales exactas (totales) a la expresión diferencial dada, debido a la anulación de la circulación (integral tomada a lo largo de un recorrido cerrado) de diferenciales exactas.

las dos hipótesis (ecuaciones) alternativas podrán, en ciertos casos, ponerse a prueba, mientras no se hayan puesto a prueba consecuencias distintas; tales hipótesis son desde luego empíricamente equivalentes, y si preferimos las ecuaciones diferenciales con respecto a las de diferencias finitas es ante todo por la mayor simplicidad de las primeras o porque aceptamos la hipótesis de la continuidad.

Todo esto tiene la importante consecuencia filosófica de que la teoría según la cual las ecuaciones diferenciales son la forma ideal o aun la única forma de las leyes científicas, es *a)* compatible con la reducción *empirista* de la determinación a la sucesión uniforme, y *b)* incompatible con la exigencia *empirista* radical de que las leyes científicas sólo contengan parámetros accesibles al experimento, o sea que tengan un significado operacional directo. El empirista que eligiera la segunda alternativa propondría llamar leyes científicas sólo a las ecuaciones integradas y de diferencias finitas, y en consecuencia se abstendría de llamar leyes físicas a la ley del movimiento de Newton o a las leyes de Maxwell del campo electromagnético, pues evidentemente no se trata de ecuaciones de laboratorio con significado operacional directo⁴⁵. Sin embargo, pocos hombres de ciencia estarían dispuestos a aceptar esta idea, que se presta con demasiada facilidad al subjetivismo, pues las soluciones de una ecuación diferencial, distinguiéndose de

⁴⁵ Cf. Lindsay (1941), *Introduction to Physical Statistics*, pág. 1: "Las leyes físicas son ecuaciones que contienen cantidades con significado operacional directo en el laboratorio y a las cuales pueden asignarse números mediante el experimento." Por ello únicamente las soluciones de una ecuación diferencial, y no la ecuación misma, pueden recibir el nombre de leyes físicas, dado que según la antedicha definición las leyes físicas son "ecuaciones de laboratorio". (pág. 2).

la ecuación misma, dependen de la elección de valores iniciales o de contorno, sistemas de referencia, etc., que a su vez dependen en gran medida de la información, arsenal matemático, y necesidades del hombre de ciencia. Además, quienes siguen la corriente operacionalista de identificar las leyes físicas con ecuaciones de laboratorio deberían disociarse de los sostenedores de la concepción positivista de la causalidad (cf. 3.4.1).

En resumen, las ecuaciones diferenciales no son la imagen especular del devenir en general, ni de la causación en particular. Sin embargo, a veces puede asignárseles un significado causal por medio de reglas semánticas *ad hoc*; pero esto puede hacerse también con otros tipos de objetos matemáticos. En suma, el problema causal no es un problema sintáctico, sino semántico: tiene que ver con la interpretación, y no con la formulación y representación de las teorías.

3.5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

La causalidad no implica continuidad ni antecedenencia, aunque sea compatible con ambas; en verdad, es compatible con las acciones a distancia y aun con las instantáneas, como se creía en un tiempo que lo era la gravitación. Habiendo considerado Hume la contingüidad y la antecedenencia como los componentes esenciales de la causación, se concluye que su crítica de la causalidad no es válida por más efecto psicológico que haya podido tener. El principio de acción por contacto es además incompatible con el empirismo, pues no es directamente verificable por la experiencia: por más razonable y fructuosa que sea en el dominio de la física, la hipótesis de la acción por proximidad puede perder todo significado en otros sectores de la investigación, razón de

más para no considerar esencial la contigüidad para la causación. La contigüidad y la antecendencia, por otra parte, imponen cada una por su lado una restricción a la causalidad.

Los estados de los objetos físicos no son agentes sino sistemas de cualidades; en consecuencia, no tienen eficacia causal. Por ello los estados iniciales no pueden ser causas, sino que pueden ser producidos por causas de actuación anterior. De aquí que la causación no sea reducible a sucesiones invariables, unívocas y continuas de estados. La predecibilidad por medio de leyes de sucesión no es un criterio de conexión causal, sino un criterio de la validez de hipótesis nomológicas sobre las sucesiones temporales. La causación no se refleja en las ecuaciones diferenciales, que en sí mismas no tienen mayor contenido objetivo que ninguna otra forma matemática. Tales ecuaciones no expresan que cambio alguno sea producido por nada, sino que pueden interpretarse en el sentido de que ciertos cambios son acompañados por ciertos otros cambios. A una ecuación diferencial pueden asignársele interpretaciones causales junto con otras que no lo sean. Las ecuaciones diferenciales están tan lejos de ser las portadoras de la causación eficiente, como las ecuaciones integrales lo están de ser las depositarias de la causación final. La opinión de que las ecuaciones diferenciales son el paradigma de la ley científica —creencia propia del siglo XVIII— no es confirmada por la ciencia moderna y es además incompatible con el requisito operacionalista (igualmente insostenible) de que las leyes científicas contengan únicamente parámetros con significación empírica directa. En fin, la teoría empirista de que la determinación se reduce a una sucesión regular, unívoca y continua no sólo no es corroborada por la ciencia moderna, sino que hace incurrir al empi-

rismo en contradicciones que no parecen superables sin la abdicación de tesis fundamentales.

Uno de los reveses más serios que ha sufrido la reducción empirista de la causación a sucesión uniforme ha provenido de la física relativista. Por cierto, la relatividad introduce una diferencia radical entre series temporales de sucesos genéticamente desvinculados entre sí (que son reversibles) y series causales (que son irreversibles). Además sugiere que es el flujo del tiempo (con relación a todo sistema de referencia) el que puede considerarse arraigado en las sucesiones genéticas o, si se prefiere, como medida de su *tempo*. De ese modo se considera el cambio como lo primordial y el tiempo como su derivado. La teoría temporal de la causación, defendida por Hume y sus partidarios, se invierte y queda así establecida la *teoría causal del tiempo*. En cuanto se da este importante paso, se desliga uno de los pilares tradicionales del empirismo; y cuando esto lo hacen empiristas eminentes⁴⁶, puede ser un síntoma de la profunda crisis del empirismo contemporáneo, aunque en verdad no mucho más profunda que la crisis de cualquier otra escuela filosófica viviente.

En resumen, la crítica empirista de la causalidad ha sido tan errónea como célebre y rigurosa.

⁴⁶ Cf. Reichenbach (1951), *The Rise of Scientific Philosophy*, págs. 148 y sigs.; (1956), *The Direction of Time*, pág. 24: "el orden temporal es reducible al orden causal". ¿Qué quedará del empirismo —puede uno preguntarse— una vez que se hayan abandonado los siguientes principios: las teorías humeanas de la causación, la inducción *qua* teoría fundadora de la verdad, la reducción general a los datos de los sentidos, y la dicotomía analítico-sintética?

4. Examen de la crítica romántica de la causalidad

La crítica empirista de la causalidad había partido de la sola observación de que la experiencia, por sí misma, nada dice de vínculo causal alguno; de lo cual se concluyó que, siendo ella la única fuente de conocimiento legítimo (afirmación evidentemente transempírica), la categoría de la causación en el sentido de vínculo genético era una ficción del pensamiento abstracto, de la cual podía prescindirse. De modo que el resultado neto de la crítica empirista de la causalidad fue una *restricción* a la determinación y, en particular, una restricción a la asociación regular o a la asociación invariable.

Los románticos, desde Schelling hasta James y Bergson —incluyendo a Peirce, el empirista romántico— criticaron por su parte la causalidad en el plano ontológico, y no simplemente porque creyeran que las pretensiones del causalismo eran exageradas —pues la moderación no es precisamente una característica romántica— sino porque consideraban que la causalidad era una teoría demasiado pobre del cambio. Su colorida *Weltanschauung* vitalista estaba bordada en un cañamazo de múltiples y sutiles interconexiones orgánicas. Comparado con la riqueza de esta interdependencia universal o *Zusammenhang*, el vínculo causal unilateral —vituperado por los empiristas a raíz de sus su-

puestas asociaciones antropomórficas y, en suma, por contener más de lo que la experiencia podía garantizar—, parecía tosco, miserable, seco, inerte e impersonal.

El objetivo de la crítica romántica de la causalidad era, en definitiva, la *ampliación* y no la restricción de la causalidad predicada por el empirismo. Es posible que la crítica romántica hubiera pasado inadvertida si no hubiese sido por el hecho de que los empiristas ya habían trabajado largamente para desacreditar al causalismo y porque la ciencia del siglo XIX, en todas sus novísimas ramas, estaba descubriendo con rapidez otros tipos de vínculos más ricos, que no eran de índole causal, principalmente acciones recíprocas y vinculaciones “orgánicas”. Por encima de todo, la ciencia estaba llegando a comprender que la descripción del cambio en términos de sucesos separados, en la que puede encajar la categoría de la causación, tenía que ser reemplazada por una descripción en términos de procesos.

A su vez la creciente comprensión de la complejidad del instrumental de categorías efectivamente utilizado por la ciencia, sumada a la crítica romántica de la causalidad, ejerció una influencia benéfica en el enfoque positivista del problema causal, por más que a primera vista no haya dos interpretaciones que puedan parecer tan diametralmente opuestas como la neopositivista y la de los *Naturphilosophen*. En realidad, los tradicionales esfuerzos empiristas para reducir la causación a la asociación regular, a la yuxtaposición externa de sucesos concomitantes, fueron reemplazados, en algunos de los partidarios de Hume, por el intento de sustituir la dependencia causal por la interdependencia funcional. Así ocurrió en especial con Mach, quien —al revés de la mayoría de sus predecesores y sucesores— tenía una sensibilidad en cierto modo romántica para captar la

diversidad de la naturaleza y las interconexiones íntimas que vinculan sus diferentes componentes y aspectos. Al igual que los románticos —a quienes probablemente despreciaba y sin duda ignoraba— Mach motejó la causación designándola como abstracción y como concepto insuficiente que se vuelve superfluo en cuanto se toman en cuenta las interconexiones. Veremos, empero, más adelante, que Mach no llegó a advertir, o por lo menos a reconocer, la noción de interconexión genética, de manera que no debe exagerarse la afinidad de las dos interpretaciones que estoy aquí sugiriendo.

En el presente capítulo analizaremos algunas de las críticas que el romanticismo opuso a la causalidad. En rigor sólo nos ocuparemos de las principales críticas que consideramos injustificadas, a saber: la identificación de la causalidad con el determinismo mecánico, el intento de reemplazar la causación por la interdependencia funcional y la aserción de que la causalidad no deja lugar para la libertad. En capítulos posteriores trataremos sobre el núcleo de la contribución positiva de los filósofos románticos al problema del determinismo.

4.1. ¿DEBE REEMPLAZARSE LA CAUSACIÓN POR LA INTERDEPENDENCIA?

4.1.1. *La concepción funcional de la causación*

Según hemos dicho antes, tanto los románticos como los neopositivistas han exigido el reemplazo de la causación por la interdependencia. Pero a los positivistas modernos casi siempre les ha faltado la sensibilidad romántica al proceso y a la novedad; y al contrario de los *Naturphilosophen*, han aceptado entusiastamente la matemática como una mera taquigrafía que permita

describir en forma económica la experiencia. Además, mientras que los románticos enrostraban a la matemática su supuesta aridez y carácter tautológico y oponían la intervinculación orgánica universal al vínculo causal unilateral y unidireccional, Mach por su parte proponía utilizar el concepto matemático de función como herramienta científica precisa para reflejar la interdependencia, revelando con ello que no entendía por ésta una interrelación *genética* sino una dependencia mutua entre los existentes, una red estática de dependencias recíprocas como las que hay entre las partes de una estructura de vigas metálicas.

Examinemos la tesis romántica de que la causación es una mera abstracción de la interdependencia, en la forma concisa y exacta en que la enunció Mach¹. El fundador del neopositivismo fue de los primeros en sostener la concepción funcionalista de la causalidad. Exigió el reemplazo de todo tipo de vinculación, en especial las causales, por relaciones funcionales que expresaran una interdependencia simétrica. Así la relación

$$x_1 = f(x_2, x_3, \dots)$$

puede entenderse en el sentido de que la propiedad designada por ' x_1 ' se relaciona con las propiedades que designan ' x_2 ', ' x_3 ', etc., en la forma precisa especificada por la función f . Como caso particular, las leyes de conservación (de impulso, energía, etc.) se expresarán en la forma $f(x_2, x_3, \dots) = \text{const.}$ (o bien $\delta f / \delta x_1 = 0$). Poco tiempo después Kirchhoff seguiría las huellas de Mach.

¹ Mach (1872), *Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit*. Su concepción más madura de la causalidad aparece en *Die Mechanik*, (1901), 4a. ed., págs. 513 y sigs. y *Erkenntnis und Irrtum* (1905), cap. XVI.

Esta doctrina fue adoptada por la mayor parte de los positivistas, y algunos de ellos hasta han sostenido que la ciencia ya ha consumado el reemplazo del anacrónico vínculo causal por la dependencia funcional; por lo menos, esto es lo que en 1929 anunció el Círculo de Viena en su famoso manifiesto².

Ya nos hemos ocupado del programa de reducir la causación (y en general, la determinación) a la dependencia funcional; en efecto, las funciones establecen correspondencias entre conjuntos de números, de modo que son una expresión matemática de la conjunción regular o la asociación constante. En otras palabras, la tesis de que la causación queda agotada por la dependencia funcional es más precisa que la concepción de la causación como conjunción constante, tradicionalmente sostenida por el empirismo (cf. 2.3 y 2.4); pero aquella tesis no es por esencia distinta de esta concepción. Sin embargo, para mayor claridad nos ocuparemos por separado de la concepción funcional de la causación.

4.1.2. *Crítica de la concepción funcional de la causación*

Pueden oponerse al funcionalismo las siguientes objeciones:

a) Las funciones expresan *relaciones constantes*, correspondencias fijas entre dos o más conjuntos de nú-

² *Wissenschaftliche Weltauffassung der Wiener Kreis* (1929), pág. 23. Cf. también Moritz Schlick (1932), "Casuality in Everyday Life and in Recent Science", en *Readings in Philosophical Analysis*, Feigl y Sellars (compils.), pág. 523. La creencia de que la causalidad se reduce a la dependencia funcional es también común entre los no positivistas; ver por ejemplo Jeffreys (1948), *Theory of Probability*, pág. 12.

meros que se supone representan los valores numéricos de ciertas propiedades (métricas); puede empleárselas para expresar que algo está invariablemente asociado o acompañado con alguna otra cosa, la cual puede consistir en otra propiedad coexistente del mismo objeto en cuestión. Pero las funciones son insuficientes si se trata de afirmar algo con respecto a la causa que *produce* el estado o fenómeno de que se trata. Aunque las funciones permiten simbolizar, y contar con descripciones cuantitativas precisas y con la predicción de vinculaciones enormemente más complejas y ricas que el vínculo causal, no expresan en cambio la conexión genética unilateral que caracteriza a la causación: dicha dependencia unilateral del efecto con respecto a la causa debe expresarse en un juego suplementario de proposiciones (semánticas).

b) Las relaciones funcionales son *reversibles* siempre que las funciones en cuestión sean uniformes; así, de $y = ax$ podemos inferir que $x = y/a$ (siempre que $a \neq 0$). Por lo tanto las funciones sirven para simbolizar la interdependencia, ya sea de diferentes características de un objeto dado, o ya de propiedades de diferentes sucesos. En este importante caso especial de dependencia funcional las variables que expresan la causa y el efecto son intercambiables, mientras que las vinculaciones causales genuinas son esencialmente *asimétricas* (cf. 2.3). En otras palabras, si $y = f(x)$ es una función uniforme, puede invertirse en forma inequívoca y así obtener $x = f^{-1}(y)$, de modo que los puestos relativos de la “causa”, antes representada por x , y del “efecto”, que en $y = f(x)$ se simboliza por y , pueden intercambiarse.

La incapacidad de dar cuenta de las conexiones genéticas es una limitación de la relación funcional; pero no todas las conexiones de este mundo son genéticas:

en muchas, quizás en la mayoría de los casos, nos las vemos con relaciones de interdependencia y no con las de dependencia unilateral, como lo revela la omnipresencia del concepto de función en las ciencias. Un ejemplo trivial de la interdependencia no causal de diferentes características de un mismo fenómeno aparece en la relación $y = \sin \omega t$ que tiene lugar entre la fase ωt y el desplazamiento y de una oscilación armónica: carecería de sentido señalar cualquiera de las dos variables como *causa* de la otra, pues en tal relación no va implicada vinculación genética alguna. Sólo un *cambio* de una de las variables podría considerarse como causa del *cam*-*bio* de la otra; y sin embargo, esta interpretación causal no sería compatible con la asimetría o unidireccionalidad de la causación.

c) Una característica típica de la causación es la *univocidad* (cf. 2.4.1); pero las funciones, en general, no establecen correspondencias uno a uno (es decir, biunívocas). Veamos la función $y = x^2$; no se trata de una función uniforme, pues dos valores de y están asociados con cualquier valor de x . Si la interpretáramos en términos causales, expresaría que dos efectos diferentes, $y = \sqrt{x}$ e $y = -\sqrt{x}$, corresponden a una misma causa x ; y por cierto que son dos efectos exactamente opuestos (ver fig. 8).

d) En muchos casos, la variación que pueda producirse en la variable “independiente” x no es acompañada por ningún cambio en la variable “dependiente” $y = f(x)$; o sea, que la “causa” es ineficaz y por tanto no es causa en modo alguno. Dentro de estos dominios de valores, las variaciones en la “causa” no producen ningún efecto; o, si se prefiere, el efecto no depende de la precisa intensidad de la causa, que puede variar arbitrariamente dentro del margen dado. Tales zonas de insensibilidad (llamadas a veces *plateaux*) son caracte-

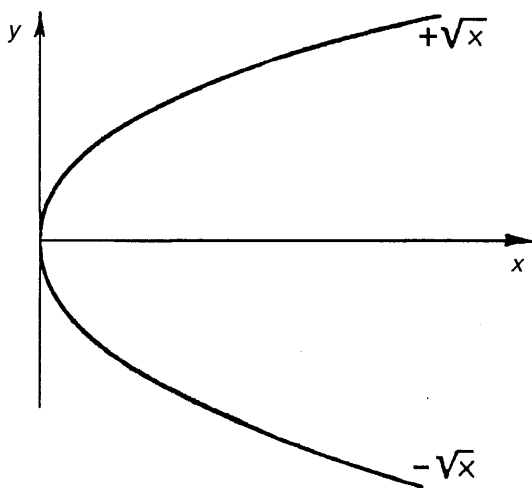


Fig. 8. La función $y^2 = x$. La misma “causa” tiene dos “efectos”: uno positivo y otro negativo.

rísticas de los fenómenos de saturación (ver fig. 9). Por lo menos en la zona de saturación la variable “independiente” x y la variable “dependiente” y no pueden considerarse como si representaran respectivamente la causa y el efecto; o sea, que los *plateaux* corresponden al dominio no causal de la ley en cuestión.

Un ejemplo todavía más terminante a este respecto es el que brinda la función $y = \text{sen } n\pi$, que es siempre nula para valores enteros de n ; n puede saltar de entero a entero, sin tener efecto alguno sobre y ; en consecuencia, no puede considerarse como causa de y .

e) Cabe emplear relaciones funcionales para describir procesos que pueden ser causales o pueden no serlo; pero, por sí misma, la dependencia funcional no constituye una categoría de determinación. Las funciones,

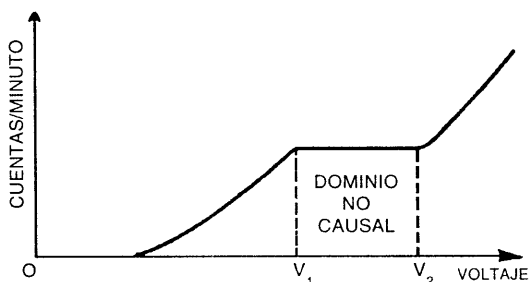


Fig. 9. Velocidad de recuento en un contador Geiger-Müller. En el intervalo ($V_1 - V_2$) los aumentos en el valor de la “causa” (voltaje) no producen alteración en el “efecto” (ritmo de la cuenta).

junto con las reglas semánticas que expresan el significado de las variables que ellas unen, son a menudo útiles para declarar lo que sucede y por qué sucede; si puede asignarse significado causal a alguno de los símbolos que intervienen en una función (rara vez o nunca a todos ellos), esa función *interpretada* reflejará una vinculación causal (cf. 3.4.1). Es decir, las funciones que son formas sintácticas, no pueden *reemplazar* a las proposiciones causales: cuando más, pueden intervenir en la descripción de vinculaciones causales.

Permítasenos hacer una breve alusión a la naturaleza formal de los entes matemáticos (cf. 3.4.1). Las funciones son “formas” matemáticas que pueden ser “rellenadas” con infinidad de contenidos, sin excluir enunciados no científicos (incomprobables). Las funciones, al igual que otros entes matemáticos, nos ayudan a expresar algunos de los rasgos de leyes de cualquier tipo, causales o no; por ejemplo, las funciones de distribución nos ayudan a dar cuenta de los procesos aleatorios. Además, las funciones son en sí mismas neutrales con respecto a la verdad material (táctica): pueden em-

plearse para expresar verdades de hecho tanto como errores de hecho. Los hombres de ciencia que tienen en cuenta esta neutralidad semántica de la matemática no están dispuestos a aceptar la ingenua idea de que, en vista del pretendido carácter cientifizante de la formulación matemática, todo lo que se necesita para obtener una definición perfectamente científica de la causación es identificarla con alguna forma matemática (función, ecuación diferencial, etcétera)³.

4.1.3. *Extraños caracteres de la concepción funcional de la causación*

La concepción funcional de la causación ha sugerido soluciones simplistas de problemas tradicionales. Entre ellos se cuenta el problema de la teleología. El fundador del Círculo de Viena⁴ afirma que el reemplazo de la causalidad por la dependencia funcional conduce a la quiebra de la distinción entre teleología y causalidad, pues el significado de "determinación" es posibilidad de cálculo o predicción; y si podemos calcular E a partir de C por medio de determinada fórmula, podemos también inferir C de E , por donde "lo mismo da que digamos que 'el pasado determina el futuro', o que 'el futuro deter-

³ La creencia pitagórica en la virtud purificante de la matemática tiene vara alta entre los positivistas contemporáneos. Cf. Lenzen (1938), *Procedures of Empirical Science*, en *International Encyclopedia of Unified Science*, vol. I, núm. 5, pág. 39: "La forma matemática de la causalidad la purga de los últimos vestigios de eficiencia. Las leyes causales se expresan como relaciones funcionales entre medidas numéricas de cantidades variables."

⁴ Schlick (1932), "Causality in Every day Life and in Recent Science", en *Readings in Philosophical Analysis*, Feigl y Sellars (compils), pág. 527.

mina el pasado”. No nos detendremos en este curioso resultado del funcionalismo, que depende de la identificación idealista de “determinación” con “posibilidad de cálculo” (Cf. 1.2.2), ni en la confusión entre el estado futuro (o final) y el “fin al cual se supone están subordinados los procesos presentes”, confusión demasiado obvia para merecer mayor atención.

Un segundo problema que puede resolverse en términos simplistas por el enfoque funcional, es el del alma y el cuerpo. Si se afirma que la determinación se reduce a la interdependencia funcional, la conclusión es el paralelismo psicofísico. En realidad, afirmar que la serie de estados psíquicos $\Psi_1, \Psi_2 \dots$ es paralela a la de los estados fisiológicos $\phi_1, \phi_2 \dots$ del sistema nervioso, equivale a sostener la existencia de una relación funcional (simbólica, no necesariamente métrica) $\Psi = f(\phi)$, con la condición eventual (pero infundada) de que la función $f(\phi)$ sea uniforme (para asegurar una coordinación inequívoca). Esta concepción funcionalista del problema alma-cuerpo es compatible con el dualismo, el monismo neutral y la armonía preestablecida de Leibniz; pero, ¿es compatible con la observación elemental de que podemos dejar de pensar sin necesidad de aniquilar nuestro cerebro, mientras que la destrucción de éste hace imposible el pensamiento?

Un tercer problema que el funcionalismo ha intentado resolver en forma ingenua, y sin comprometerse, es el de la relación entre las condiciones materiales de la existencia y la cultura espiritual. Por oposición, tanto a la doctrina idealista de la vida espiritual como origen último de todo suceso cultural (social), cuanto a la teoría materialista del predominio en última instancia de los factores materiales sobre los espirituales, el funcionalismo histórico afirma que no es cuestión de génesis y predominio (ya sea a corto o a largo plazo), sino úni-

camente de una interdependencia inextricable entre “factores” de igual jerarquía. En esta forma se subraya el hecho innegable de la acción recíproca entre propiedades que en realidad pertenecen a diferentes niveles; pero al precio de abandonar la esperanza de entender el mecanismo genético real, por cuanto se supone que los “factores” implicados en la dependencia funcional están dados y, más aún, pertenecen a un mismo nivel, como si la sociedad no fuera una estructura de niveles múltiples.

El funcionalismo es también compatible con las cosmológicas organicistas, y encierra verdad en la medida en que la encierra el organicismo (su elemento de verdad es que las conexiones reales no son unilaterales, sino multilaterales; y variables, no estáticas). La principal insuficiencia del funcionalismo reside en su desconocimiento del carácter productivo, genético, de la determinación. Además si se lo aplica en forma consecuente, el funcionalismo conduce a la concepción de que el universo entero se reduce a un embrollo inanalizable, compuesto de infinitud de “factores”, todos los cuales están en un pie de igualdad. El recíproco aislamiento de los factores es ciertamente una abstracción en muchos casos; pero dicho aislamiento o singularización de las diversas características es requisito de un tratamiento científico. Lo erróneo no es el desprendimiento de conexiones parciales y unilaterales a partir de la interconexión general, sino el estancamiento en tal etapa preliminar de la investigación. Cuanto más verdadera sea una interpretación de los hechos, más éxito tendrá en la integración de las diversas concepciones parciales; pero tal síntesis, para ser científica, no deberá presuponerse: será resultado del análisis e incluirá la valoración de los diversos factores, es decir, los enunciados acerca de cuáles son los componentes o as-

pectos pertinentes y decisivos que obran como determinantes últimos en un respecto dado.

En resumen, la causalidad no es reducible a la funcionalidad, pues la dependencia funcional es en cierto sentido más general que la causación, por cuanto con ayuda de las funciones puede expresarse adecuadamente la interdependencia en lugar de la conexión causal unilateral. Pero por otra parte la dependencia funcional es más pobre que la causación, porque no incluye el concepto de conexión genética a través de un proceso, sino que expresa en cambio una dependencia mutua entre cosas o cualidades que pueden coexistir sin estar genéticamente relacionadas entre sí.

4.2. CAUSALIDAD E INTERCONEXIÓN UNIVERSAL: EL UNIVERSO BLOQUE Y EL AZAR

El determinismo, sea o no de la variedad causal, sostiene (por lo menos según se lo define en 1.5.3) el principio genético y el principio de legalidad. El primero implica que no existen hechos aislados en la realidad concreta, pues las cosas están objetivamente interconectadas; el segundo afirma que esta vinculación se produce con precisión y regularidad. Pero esto no significa que el determinismo, en particular el determinismo causal, sostenga que cuanto hay en el mundo esté vinculado con *todo* lo demás y en *todos* los respectos; ni afirma tampoco el determinismo causal que todo *esté causalmente* vinculado con todo lo demás, doctrina que en forma ocasional (y errónea) se ha adjudicado al monismo, una de cuyas variedades afirma la unidad nomológica, aunque no necesariamente de índole causal.

La doctrina de la interdependencia universal y necesaria, según la cual todo está en *rapport* con todo lo de-

más, que *tout se tient* —como lo sostienen los románticos y los ocultistas— no tiene por qué ser causal, por más que sea *compatible* con la causalidad. La doctrina de la causalidad es también compatible con la idea de que los coexistentes pueden no estar causalmente relacionados entre sí (paralelismo). Esto lo comprendieron con claridad los más consecuentes entre los primeros partidarios de la acción universal e ilimitada del vínculo causal, a saber, los estoicos. Para fundar su tesis de que el mundo es una unidad orgánica, animada por una vida común en todas sus partes (como había sugerido Platón en su *Timeo*), los estoicos postularon la existencia de una *simpatía* universal entre las diferentes cadenas lineales de causas y efectos sucesivos⁵. O sea, que los estoicos agregaron una conexión especial “horizontal” a través del espacio (pero no necesariamente de índole física) a la conexión causal “vertical”; y esta simpatía universal que unía a las diversas cadenas causales paralelas en un solo haz no era necesariamente de naturaleza causal. Los filósofos de la Ilustración, evidentemente bajo la influencia de la teoría newtoniana de la gravitación universal, sostuvieron a menudo el principio de la acción recíproca entre todos los coexistentes concretos como axioma especial que debe agregarse a la ley de sucesión causal en el tiempo⁶; los románticos, que poco después los seguirían, fundieron ambas ideas en el principio único de la *Zusammenhang* o interdependencia universal y dinámica que según ellos unía a todas las cosas a través del espacio y el tiempo.

Ahora bien: si el principio causal y la teoría que se cifra en su extrapolación ilimitada admiten líneas cau-

⁵ Cf. Pohlenz (1948), *Die Stoa*, vol. I, págs. 101 y sigs.

⁶ Cf. Kant (1781, 1787), *Kritik der reinen Vernunft* (B), pág. 256.

sales independientes o paralelas, ello significa que son compatibles con la admisión de aquel tipo de azar que consiste en el entrecruzamiento o encuentro de líneas causales independientes (o mejor dicho, que lo eran hasta el momento en que se encontraron). Por ello, aunque el principio causal excluya el azar en relación con *cada una* de las sucesiones, no excluye la contingencia como sinónimo de la independencia (o mutua impertinencia) de las diferentes series causales. Este tipo de azar, estudiado en la antigüedad por Crisipo y en los tiempos modernos por Cournot⁷, no es un mero nombre de la ignorancia humana, salvo en lo que se refiere a la predicción del lugar e instante exactos del encuentro fortuito. Ni siquiera la puntual previsión de esa coincidencia la despojaría de su carácter de encuentro al azar, pues hasta el momento de su entrecruzamiento ambas líneas estaban desvinculadas: son objetivamente contingentes entre sí, en la medida en que la independencia o la impertinencia a ciertos respectos tienen carácter ontológico.

Por lo tanto, quienes (erróneamente) consideran el azar como una categoría por entero gnoseológica, y hasta lo reducen a un nombre de nuestra ignorancia, no pueden razonablemente afirmar que esta doctrina de la naturaleza del azar se base en el principio causal, ni siquiera en el causalismo, que —por lo menos implícitamente— da cabida al azar desde el momento en que no sostiene la interdependencia causal universal en todos los respectos. El causalismo no sólo da cabida al azar, sino que —consecuentemente desarrollado— conduce a un reconocimiento suicida de la contingencia, como se demostrará en 8.1.

⁷ Cournot (1843), *Exposition de la théorie des chances et des probabilités*, secc. 40.

Pero dejando a un lado la cuestión de si la causalidad implica o no la rígida interdependencia universal, debemos decir algo con respecto a las pretensiones de validez de la doctrina del universo bloque. Su prueba perfecta significaría la derrota total de la ciencia: si las cosas estuvieran tan estrechamente vinculadas entre sí como suponen los partidarios de la interdependencia ilimitada, si todo tuviera influencia sobre todo lo demás, no sería posible conocer parte alguna del universo sin conocer su totalidad, cosa que evidentemente no ocurre, pues no sabemos siquiera en qué consiste el todo y si tiene o no una extensión espacial finita. Y a la inversa, nada podría conocerse del conjunto sin el conocimiento completo de cada una de sus partes. (Este círculo trágico no pasó inadvertido para Pascal, quien a pesar de ello sostuvo la doctrina de la interdependencia universal ilimitada, conflicto que puede haber contribuido a su conversión a la meditación religiosa.) Según tal doctrina —que las ontologías organicistas debieran proponer si fueran consecuentes— el progreso del conocimiento sería imposible, la tarea misma de la ciencia se asemejaría a la de resolver un círculo lógico.

Pero como no estamos encerrados en un círculo tal, como el progreso del conocimiento es indiscutible, podemos inferir que la hipótesis de la interconexión universal ilimitada, causal o no, es falsa. Otra prueba de la falsedad de la doctrina del universo bloque es la existencia de fenómenos fortuitos (es decir, estadísticamente determinados); la mayoría de los cuales proceden de la relativa independencia de entidades diferentes, o sea, de su relativa contingencia o impertinencia recíprocas. La existencia de líneas de evolución independientes entre sí queda a su vez asegurada por la atenuación de las interacciones físicas a través de la distancia y por su velocidad finita de propagación, fac-

tores de máxima eficacia en la desarticulación del universo bloque.

4.3. ¿ES FATALISTA LA CAUSALIDAD?

4.3.1. *La extraterrenidad del fatalismo*

Cuando Emerson⁸ escribió que “el libro de la Naturaleza es el libro del Destino”, no hizo sino repetir otro difundido error. Está en verdad muy generalizada la errónea creencia de que la ciencia natural revela la obra del destino; y como es común suponer que la ciencia sea enteramente, o al menos esencialmente, causal —otro error— se concluye que la causalidad es fatalista. Esta falacia no sólo es común entre ensayistas como Emerson, sino también entre filósofos y hombres de ciencia. Fenomenistas como Renouvier⁹, accidentalistas como Jordan¹⁰ y sobre todo los románticos han sostenido con harta frecuencia que la causalidad y el determinismo son la misma cosa que el fatalismo, es decir, han sostenido la creencia en una necesidad trascendente que produce resultados inevitables y opera, por otra parte, *ab aeterno*, de modo tal que todos los sucesos están predeterminados o escritos, diríamos, en algún Libro (aun antes de que se inventara la escritura).

En realidad el determinismo fatalista es en cierto sentido precisamente lo *opuesto* al determinismo científico, y es en particular incompatible con el determinis-

⁸ Emerson (1860), “The conduct of Life”, en *Works*, vol. VI, pág. 20.

⁹ Renouvier (1901), *Les dilemmes de la métaphysique pure*, secc. 56.

¹⁰ Jordan (1944), *Physics of the 20th Century*, pág. 149.

mo causal. Concretamente, el fatalismo es una doctrina teológica o por lo menos supernaturalista que afirma la existencia de un Destino incognoscible e ineluctable; mientras que el determinismo causal pretende ser una teoría racional que brinda los medios de conocer, predecir y modificar, en consecuencia, el curso de los sucesos. La palabra "fatalismo" designa la clase de doctrinas subordinadas a alguna creencia no naturalista, según las cuales un poder trascendente, extraterreno, impredecible e inmaterial, produce todos los acontecimientos o la mayoría de ellos¹¹. No hay fatalismo sin un *fatum* o destino, y éste es cualquier cosa menos el llamado imperio ciego de la ley, considerada como norma inmanente del ser y el devenir.

4.3.2. *La ilegalidad del fatalismo*

Es importante comprender la diferencia entre el fatalismo y el determinismo (causal o no), pues "virtualmente todas las objeciones que se han opuesto al determinismo, examinadas en debida forma, resultan ser objeciones contra el fatalismo, que desaparecen en cuanto se establece la distinción entre el fatalismo y el determinismo no fatalista¹²". La causalidad como tal no tiene por qué suponer agente sobrenatural alguno; según ella, los sucesos están encadenados entre sí, mientras que para el fatalismo todo vínculo es *indirecto* pues se supone su inherencia a un poder exterior a los

¹¹ Cf. Ranzoli, *Dizionario di scienze filosofiche*, art. "fatalismo", y *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, Lalande, editor, art. "Fatalismo".

¹² H. van Rensselaer Wilson, "Causal Discontinuity in Fatalism and Indeterminism", *The Journal of Philosophy*, 52, 70 (1955), pág. 72.

sucesos considerados. Tal como la concibe el fatalismo, la necesidad no es inherente a las cosas, no está arraigada en la naturaleza de éstas, sino que es independiente de lo que ellas son y del modo en que cambian.

De acuerdo con la doctrina fatalista, existen una causa primaria que es trascendental y efectos secundarios que son de este mundo, pero que ocurren sea cual fuere o hubiere sido el estado de cosas imperante en él. La necesidad que el fatalismo afirma es *ilegal* y por ello sus pautas, si las tiene, se consideran inescrutables. Para los fatalistas los sucesos ocurren con independencia de las circunstancias: como lo preestablecido debe acontecer, nada evitará que acontezca, nada podrá interponerse en la consumación de una necesidad exterior inquebrantable —el *fatum*— que produce o dirige el curso de los acontecimientos. O sea que para el fatalismo, igual que para el accidentalismo, los sucesos son *incondicionales*, y el futuro es tan inmutable como el pasado. Digámoslo con las palabras de Sófocles¹³:

“Singulares son los designios del Destino, cuyo poder ni la riqueza ni las armas resisten, ni fortalezas; ni los navíos de bronceína proa que embisten el mar pueden evadirse del Destino.”

El fatalismo y el accidentalismo son las dos formas extremas de la ilegalidad. La legalidad —y la legalidad causal como caso particular—, ocupa una posición intermedia entre la necesidad incondicional que afirma el fatalismo y la arbitrariedad incondicional que supone el tiquismo. Mientras que el fatalismo sostiene una necesidad incondicional y la concibe como trascendente,

¹³ Sófocles, *Antígona*, acto IV, estrofa I, versos 950 y sigs.

la causalidad y en rigor todo otro tipo de determinación legal se caracterizan esencialmente por la condicionalidad (cf. 2.2). Los enunciados de leyes causales y, en general, las leyes científicas, no afirman *que* algo ocurrirá inevitablemente en *todas* las circunstancias, sean cuales fueren las condiciones pasadas o presentes; por el contrario, los enunciados de leyes causales expresan que *si*, y sólo si se cumplen ciertas condiciones, sobrevendrán ciertos resultados. Por lo tanto, si tiene lugar un cambio en las condiciones, ocurrirá seguramente un cambio en los resultados; en consecuencia el imperio del destino se nos muestra ilusorio, pues los acontecimientos no están predeterminados de una vez por todas, sino que van improvisándose, podríamos decir, sobre la marcha.

4.3.3. *La interferencia de las causas vence al destino*

La condicionalidad causal implica que las causas pueden *interferir* entre sí, de modo que el resultado puede ser diferente de lo que habría salido de cualquiera de las causas por separado. Puesto que toda causa dada puede contrarrestarse con otra o por lo menos recibir su influencia, *la causalidad no implica inevitabilidad*: al contrario, da cabida a procesos y factores capaces de modificar el curso de los acontecimientos, lo cual brinda una base real —aunque por cierto limitada— tanto para el azar como para la libertad.

Mientras que el fatalismo excluye de este mundo la posibilidad relegándola al terreno gnoseológico, la causalidad bien entendida es precisamente uno de los fundamentos de la posibilidad: hace posible la posibilidad. Por cierto que según la doctrina de la causalidad no hay sucesos sin causa; pero no toda causa tiene que salir necesariamente “airosa” en la producción del efec-

to esperado: determinado conjunto de causas puede verse entorpecido, en la determinación de los que normalmente serían sus efectos, por la interposición de otras causas¹⁴. Leibniz tenía esto en cuenta al expresar que es necesario que toda cosa tenga una *causa*; pero que es contingente que toda causa deba producir sus *efectos* (de donde los sucesos pasados han sido necesarios, mientras que los futuros son contingentes). Para que una causa pueda producir su efecto normal, deben concurrir también otras causas (antecedentes o condiciones); la interposición de nuevas circunstancias, un cambio en los antecedentes, pueden evitar que llegue a producirse un nexo causal, y ello es una fuente de posibilidad.

A fortiori, el determinismo general no reconoce nada incondicional y en consecuencia no implica otra inevitabilidad que la resultante de la concurrencia e interacción legales de los procesos —entre los cuales puede llegar a intervenir la conducta humana consciente—. Pero al mismo tiempo el determinismo general nos revela que el conjunto de las leyes que nos permiten contrarrestar o por lo menos modificar de algún modo un curso dado de acontecimientos —construyendo así un futuro diferente— es mucho más rico de lo que el causalismo imagina.

Los alcances éticos y sociológicos de esta conclusión son claros. Ni el fatalismo ni el accidentalismo dan ca-

¹⁴ Tomás de Aquino (1272), *Suma teológica*, primera parte, cap. CXV, a. 6: "No es cierto que, dada una causa cualquiera, deba seguirse necesariamente su efecto. Pues algunas causas están ordenadas de tal modo a sus efectos que los producen, no necesariamente, sino en los más de los casos, mientras que en los menos no llegan a producirlos. Pero la circunstancia de que tales causas fallen en los menos de los casos se debe a la interposición de alguna otra causa."

bida a la libertad. El primero porque la relega, en la medida en que puede concebirla, a los decretos arbitrarios de un *fatum* inexorable. Y el segundo no le da lugar alguno, pues no brinda los medios de conquistarla, ya sea en el ámbito individual o en el social: si las cosas suceden como suceden, de modo arbitrario; si el universo es un cúmulo caótico de sucesos desvinculados, ¿en qué podemos fundarnos, qué propiedades del universo, qué leyes podemos utilizar para conquistar la libertad de la compulsión y la constricción externas o más bien una libertad que nos permita someter hasta cierto punto las condiciones exteriores a nuestra voluntad? ¿Qué garantía tenemos de que nos sea dado cultivar una tendencia a resistir, contrarrestar o simplemente modificar esa compulsión? Además, ¿qué nos asegura la existencia de tal compulsión y por tanto la *existencia* misma de un problema ético?

A esta extrema consecuencia ha llegado en realidad el autor del llamado principio de complementaridad; efectivamente, una y otra vez Bohr ha sostenido que la disputa entre los partidarios del libre albedrío y los del determinismo (o mejor dicho, *pre-determinismo*) ético es una *inhaltlose Streitfrage*, una cuestión vacía, como las antinomias determinismo-indeterminismo y mecanicismo-vitalismo. El argumento de Bohr es en esencia así: para analizar experimentalmente el comportamiento del sujeto sería preciso perturbarlo de modo fundamental, con lo cual su libre albedrío se volvería ilusorio; en rigor, tal “análisis experimental” de la conducta moral del sujeto exigiría una radical disección mecánica, química o bioquímica y fisiológica de su cuerpo. Este argumento parece implicar que no es posible ser a la vez fisiólogo y saber algo acerca de la fisiología humana, por cuanto uno no puede seguir viviendo mientras lo están descuartizando; o que un psicólogo

nada puede saber de la conducta y la conciencia humanas, por cuanto no le es posible estudiar su propio comportamiento mientras observa su propia corriente de conciencia, o bien porque no puede ejercer su libre albedrío mientras está sometido a una prueba. Estas evidentes dificultades no demuestran que la libertad es una ficción metafísica, sino que abonan la hipótesis de que el comportamiento moral no puede ser “analizado experimentalmente” como los fenómenos físicos. El libre albedrío está en verdad arraigado en los niveles inferiores, pero no se ha demostrado que pueda reducirse a ellos; ésta es la razón de que nadie resuelva problemas éticos por medio de técnicas fisicoquímicas.

El tiquismo no menos que el fatalismo —y por la misma razón, es decir, la ilegalidad— implica el *servo arbitrio* de la astrología y de las teologías mahometana y calvinista; mientras que la manipulación consciente y planificada de las leyes, tanto de las que expresan autodeterminación como de las que exponen la forma en que determinados agentes pueden contrarrestarse con otros de modo regular, es la condición misma para alcanzar un *libero arbitrio* genuino que reemplace la servidumbre a la cual nos condena la ignorancia de dichas leyes¹⁵.

4.3.4. *¿Son inevitables los acontecimientos históricos?*

Lo mismo ocurre, *mutatis mutandis*, con los sucesos sociales. Los acontecimientos históricos no son inevitables, en el sentido de que hayan de producirse en cualesquiera condiciones. Lo que pasa es que muchos hechos históricos suceden sin la intervención de nuestra

¹⁵ Tanto la naturaleza de la libertad como las limitaciones que el causalismo le impone se examinan más detenidamente en 7.1.6.

voluntad *consciente* y a veces hasta en contra de la voluntad del grupo social interesado; pero esto nada tiene que ver con la inevitabilidad y sí mucho con nuestra ignorancia de las leyes sociales o con nuestra incapacidad, o aversión o ambas cosas a la vez, cuando se trata de aplicar el escaso conocimiento que de ellas tenemos. Nada desautoriza la presunción de que puede lograrse una influencia eficaz y duradera en el curso de los acontecimientos históricos, sobre la base de un enfoque científico de los hechos sociales, incluyendo la investigación de las leyes del desarrollo historicosocial que provean los medios de formular predicciones de carácter estadístico (cf. 10.4 y 12.3).

La evitabilidad de los sucesos sociales puede advertirse aun en el caso de cambios radicales. Con respecto a las conmociones políticas, basta con preguntárselo a cualquier sudamericano; en cuanto a las revoluciones sociales, veamos el testimonio de un historiador. Una revolución social, dice Childe¹⁶, “puede ser *necesaria* en el sentido de ser esencial para el progreso; pero no es *inevitable*. En Mesopotamia, Egipto y China han persistido durante la Edad del Hierro, el despotismo teocrático y las relaciones de producción apropiadas para las fuerzas productivas de la Edad del Bronce. Ellas trabaron la explotación de las nuevas fuerzas representadas por el hierro, lo cual produjo a su vez el estancamiento de la tecnología. Al propio tiempo se estancó también en su totalidad la vida de esas sociedades, hasta el punto de que las dos primeras se extinguieron. A través de un análisis marxista todo lo que puede deducirse es el dilema de revolución o parálisis. La historia no revela un avance infalible hacia un fin prede-

¹⁶ Childe (1947), *History*, pág. 73. (La cursiva es del autor.)

terminado". Las revoluciones —por necesarias que sean en etapas críticas para la continuación del progreso— sólo son posibles si se satisfacen ciertas condiciones objetivas y sólo tienen oportunidad de triunfar si, además de llenarse tales condiciones (que en última instancia pero no enteramente dependen de la base económico-social), existen grupos influyentes que tengan conciencia de los fines y de los medios, grupos cuyos actos no sean utópicos sino arraigados en las condiciones objetivas, y que estén dispuestos a llevar su voluntad al extremo. La inevitabilidad, si cabe, es el producto de la acción cuidadosamente planeada.

Para resumir, ninguna forma de determinismo científico implica fatalismo. Al contrario, la afirmación de que las cosas ocurren de modo legal, es decir, que siguen pautas definidas siempre que se satisfagan ciertas condiciones, es precisamente el requisito previo para evitar la inevitabilidad del fatalismo, tanto en lo referente al dominio de las fuerzas naturales como al remodelamiento de la sociedad. La libertad, lejos de ser la negación de la determinación, es una de sus formas: es la victoria de la autodeterminación legal sobre las compulsiones y constricciones externas que responden, por su parte, a otras leyes.

4.4. ¿ES MECANICISTA LA CAUSALIDAD? Y ¿ES COMPLETAMENTE CAUSAL LA MECÁNICA?

4.4.1. *La mecánica reduce las causas a fuerzas*

Otras dos concepciones erróneas muy difundidas con respecto al problema causal son las que sostienen que la causalidad es necesariamente causalidad. La primera de esas opiniones puede explicarse por el infundado

olvido en que se deja a las filosofías escolásticas (que son causalistas, pero no mecanicistas); la segunda, por el actual desdén hacia el mecanicismo epicúreo, que incluye un tipo de movimiento incausado: la desviación de la trayectoria de los átomos, o *clinamen*. En ambos errores han incurrido Cournot¹⁷, Peirce¹⁸, Bergson¹⁹, Rey²⁰, y muchos otros²¹, al ocuparse de la naturaleza y la historia de la filosofía mecanicista.

La causalidad, en una u otra forma, puede encontrarse en la mayoría de las ontologías tradicionales sin excluir aquellas que, como las de Platón, Aristóteles o Tomás de Aquino, están más remotas del mecanicismo y subrayan de manera más acentuada la causación final considerando la causación eficiente como dependiente en último término del fin. En realidad toda la escolástica considera el principio causal como *principium per se notum*, como un axioma evidente. Este punto será examinado más adelante; lo que ahora debemos precisar es la peculiaridad del mecanicismo y de la filosofía mecanicista en lo que respecta al problema causal, a saber, la reducción de *causa a fuerza*.

¹⁷ Cournot (1861), *Traité de l'enchaînement des idées fondamentales dans les sciences et dans l'histoire*, seccs. 171 y sigs. Según Cournot, el concepto de causa procede del concepto de fuerza y es su tributario.

¹⁸ Peirce (1892), "The Doctrine of Necessity Examined", en *Philosophical Writings*, compil. J. Buchler, cap. 24.

¹⁹ Bergson (1907), *L'évolution créatrice*, cap. I.

²⁰ Rey (1923), *La théorie de la physique chez les physiciens contemporains*, 2a. ed., cap. I.

²¹ Burt (1924), *The Metaphysical Foundations of Moderns Physical Science*, págs. 88, 307 y *passim*. D'Abro (1939), *The Decline of Mechanism*, cap. VII. A. P. Ushenko, "The Principles of Causality", *The Journal of Philosophy*, 50, 85 (1953). Ushenko propone el empleo de la denominación "ley causal" tan sólo para los procesos mecánicos, e identifica la causa con el estado inicial.

Para Galileo las verdaderas causas de los fenómenos físicos son fuerzas, que deben explicarse en última instancia por los movimientos de los átomos; de ahí el nombre de *causas mecánicas*, para distinguirlas de las descubiertas por los escolásticos. También para Descartes la fuerza se vincula esencialmente con el cambio de lugar. Fue Newton quien amplió la noción de fuerza como representante mecánica de la causa, incluyendo en ella no sólo las fuerzas *procedentes* de los cambios de lugar sino también todos los factores que *producen* cambios en el estado del movimiento de un cuerpo²². En resumen lo peculiar, tanto en la mecánica como en la filosofía mecanicista, desde Galileo hasta los newtonianos, no fue la causalidad sino —para decirlo en forma tautológica— la *causalidad mecánica*, por contraposición a las formas más ricas pero quiméricas de causación imaginadas por Aristóteles y por sus innumerables comentadores.

4.4.2. *El automovimiento en la mecánica: la inercia*

Empero, la mecánica no es una disciplina *puramente* causal como, por lo tanto, tampoco lo es la filosofía mecanicista; por lo menos, no lo han sido íntegramente a partir del siglo XVII. Tanto la mecánica como el mecanicismo constituyen en realidad una *limitación de la*

²² Tanto los cartesianos como los leibnizianos consideraron la atracción gravitatoria de Newton como una cualidad oculta, por cuanto no era explicada en términos de movimiento mecánico: decían que la atracción no era una causa *mecánica*. Sólo durante el siglo XIX la gravitación llegó, por así decir, a materializarse cuando por analogía con la electricidad y el magnetismo se le asignó un campo o sea una especie de materia extensa. (Para no mencionar la teoría corpuscular de la gravitación que Lesage propuso sin éxito en el siglo XVIII.)

causalidad, por circunscribir las causas a aquellos factores que producen cambios en la velocidad de los cuerpos. En otro sentido, la mecánica y el mecanicismo modernos trascienden el causalismo, por el hecho de emplear una categoría de determinación que da cabida al cambio (de lugar) aun en *ausencia de causas* (fuerzas). En efecto, la mecánica clásica moderna y las pocas filosofías mecanicistas coherentes sobre ella construidas sostienen, en contraposición al determinismo causal, el principio de inercia, que es una versión restringida del principio de automovimiento. Por ser capital para la comprensión de la causalidad y del mecanicismo, lo examinaremos detenidamente.

Al contrario de lo que creen la mayoría de los filósofos inmaterialistas y en especial los románticos, la mecánica moderna, ya sea clásica, relativista o cuántica, no considera la materia como una sustancia inherentemente pasiva o inerte, sino que concibe en cambio que el movimiento de los sistemas materiales (con respecto a un sistema de referencia dado) *no tiene por qué ser causado*, o sea que el movimiento mecánico no tiene que ser forzosamente provocado por factores externos al sistema mismo, resumidos en el concepto de fuerza. El movimiento mecánico (cambio de lugar) de un sistema provisto de masa nunca es, por otra parte, resultado tan sólo de las fuerzas externas que sobre él actúan; únicamente las alteraciones en el estado de movimiento o de reposo del sistema son efectos de tales fuerzas, y esto sucede de acuerdo con la segunda ley de Newton o según algunas de sus generalizaciones. En efecto, de acuerdo con el primer axioma o ley del movimiento, de los *Principia*²³ de Newton, si un cuerpo queda librado a

²³ Newton (1687), *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, F. Cajori, editor, pág. 13: "Todo cuerpo continúa en su estado de

sí mismo no dejará por ello de moverse, como creyó Aristóteles y siguiéndolo Tomás de Aquino, sino que continuará moviéndose hasta que alguna fuerza (originada por ejemplo en el choque con un obstáculo) lo haga desviarse o aun detenerse. Si se considera un nuevo sistema tal que incluya las fuentes de las fuerzas antes consideradas como exteriores, tenderá a evolucionar por sí mismo; de ello inferimos que si los estados futuros de este sistema aislado más amplio no están completamente determinados por su estado actual, será porque no está tan aislado como habíamos creído sino que se encuentra sujeto a alguna perturbación externa.

Es decir, que la mecánica rechaza la máxima escolástica *Omne quod movetur ab alio movetur* ("Todo lo que se mueve es movido por alguna otra cosa") y reconoce, en cambio, un elemento de espontaneidad y por tanto de no-causalidad. Con ello se repudia otra máxima peripatética básica: *Causa cessante cessat effectus* ("Al cesar la causa, cesa el efecto"). En suma, el *principio del automovimiento mecánico de la materia* —es decir, el principio de inercia— enunciado por Galileo, Descartes y Newton, es francamente *no causal*, pues afirma que cierto tipo de cambio, el más simple de todos, no requiere, para producirse, ninguna causa eficiente (extrínseca y motriz), o sea, ninguna fuerza ni compulsión externa²⁴.

reposo, o de movimiento uniforme en línea recta, a menos que sea compelido a modificar ese estado por fuerzas que actúen sobre él." (Ley I.) Cf. también Descartes (1644), *Principia Philosophiae*, secs. 37 y 39, donde se enuncia el principio de inercia y se le da el carácter de primera ley de la naturaleza, pero en lo referente al cambio en general.

²⁴ Rara vez se tropieza con el reconocimiento explícito de la naturaleza no causal del movimiento inercial; excepción de ello es

Veamos un ejemplo de la discusión precedente, punto mal comprendido aun por físicos que tienen nociones en exceso generosas del alcance de la causalidad, así como por filósofos que aún abrigan ideas escolásticas sobre la materia y el movimiento. Consideremos el movimiento de una bola de billar (o mejor aún de su centro de gravedad) durante un lapso lo suficientemente breve como para que podamos desprestigiar los efectos de la fricción. En un momento inicial convencional, la bola, que se mueve con una velocidad v_0 , recibe el impacto de un taco de billar y adquiere un nuevo impulso mv , donde ' m ' es la masa de la bola. El cambio total de impulso será entonces $mv - mv_0 = F\Delta t$, donde ' F ' denota la intensidad de la causa (es decir la fuerza) que produce la aceleración $v - v_0$ y ' Δt ' designa el intervalo de tiempo durante el cual ha actuado la causa²⁵. En otras palabras, la causa F , actuando durante el breve lapso Δt , ha producido un cambio de impulso $\Delta(mv) = mv - mv_0$. Una vez que la causa F ha dejado de actuar, la bola continúa cambiando de posición (con respecto a la

D'Alembert (1743), *Traité de dynamique*, primera parte, cap. I. El hecho de que Shopenhauer (1813), *Über die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde*, secc. 20, considere el principio de inercia como un corolario del principio causal sólo indica que entendió mal por lo menos uno de estos principios. Aristóteles, en cambio, tenía perfecta conciencia de que el movimiento rectilíneo incesante de los átomos en el vacío, según lo postulaba Demócrito, contradecía la causalidad; éste era precisamente uno de los motivos de su rechazo del mecanicismo antiguo.

²⁵ La segunda ley del movimiento de Newton dice que $F = d(mv)/dt$. En los *Principia*, ed. Cajori, pág. 13, leemos: "El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz aplicada y se produce en la dirección de la línea recta en la cual se aplica esa fuerza." Es decir, que las fuerzas externas no son las causas del impulso mv , sino del cambio del impulso $d(mv)$ durante el intervalo de tiempo dt . Esta ley se conserva en la teoría especial de la relatividad; también se mantiene, aunque promediada espacialmente, en la mecánica cuántica (teorema de Ehrenfest).

mesa de billar) de acuerdo con la ley $d(mv)/dt = 0$, que vale en la medida en que pueden despreciarse las fuerzas de fricción; de esta ley deducimos (por integración) que el cambio de posición se produce según la fórmula $x = vt + x_0$, donde x_0 es la posición inicial y v la velocidad adquirida por la bola como consecuencia de la colisión. De este modo la fuerza ha producido tan sólo el primer cambio; las posiciones siguientes, una vez transcurrido el tiempo Δt , no fueron adquiridas por la bola a consecuencia de nuevos golpes del taco, ni de remolinos de aire producidos detrás de ella (como pensaría un aristotélico): han sido el resultado de los estados anteriores *en ausencia de causas*. Además, las únicas causas que han actuado después del golpe con el taco han sido fuerzas retardatrices y no aceleratrices, es decir, fuerzas de fricción.

Empero podría argüirse que la masa, que resume la inercia mecánica (resistencia a modificar el estado de movimiento), es la *causa* del movimiento inercial, de modo que en definitiva éste no infringe el principio causal. En realidad, se ve a menudo en los libros de texto la afirmación de que “la inercia *causa* el movimiento de la materia en línea recta”. Un argumento similar fue empleado por Carneades contra la explicación epicúrea del libre albedrío como resultado del movimiento irregular e incausado de los átomos (explicación mecanicista resucitada últimamente en relación con el principio de incertidumbre). En realidad, según Cicerón, Carneades sostenía que los epicúreos podían haber defendido el libre albedrío sin renunciar a la causalidad, afirmando que la voluntad actúa libremente, sin causa previa exterior alguna, pero sin dejar por ello de estar causada, “pues el movimiento voluntario del alma está por su propia naturaleza a nuestro alcance y depende de nosotros, y no sin causa, pues *su causa*

es su propia naturaleza"²⁶. Este razonamiento equivale a considerar las cualidades como causas; es —por otra parte— circular, pues no explica los sucesos; meramente expresa que se deben a la naturaleza de las cosas²⁷. No es sino un intento verbal de salvar la causalidad.

4.4.3. *La causación en las leyes del movimiento de Aristóteles, Newton y Einstein*

La segunda ley del movimiento de Newton incluye el principio de inercia y es por ello mucho *más* que una ley estrictamente causal: además de definir el vínculo causa-efecto en el reino de la mecánica, afirma la forma mecánica del principio de automovimiento. El componente causal de la segunda ley de Newton es por supuesto muy importante, pues aunque la ley expresa que los cambios de *lugar* pueden ser incausados, afirma también que todo cambio de *velocidad* (es decir, toda aceleración) es efecto de una fuerza. (Adviértase, de paso, que la ley según la cual "la fuerza causa la aceleración" no implica ni contigüidad ni precedencia de la causa sobre el efecto.) Posibilita este doble significado de la segunda ley de Newton su forma matemática, que es una ecuación diferencial de *segundo* orden,

²⁶ Cicerón, *Sobre el destino*, 24. (La cursiva es del autor.)

²⁷ Descartes sabía que no todo puede explicarse en términos causales; empero, temeroso de caer en la herejía de limitar la causalidad, que era un componente esencial del peripatetismo, introdujo la noción de "esencia positiva de la cosa", en forma similar a Carneades. Véanse las "Réponses aux quatrèmes objections" [las de Arnauld], (1641), en *Oeuvres de Descartes*, ed. V. Cousin, vol. II, págs. 65-66: "Creo necesario demostrar que entre la *causa eficiente*, en el sentido propio de la palabra, y la *ausencia de causa* hay un algo intermedio, a saber, la *esencia positiva* de la cosa, a la cual puede extenderse la idea o el concepto de causa eficiente."

$$F = m \frac{d^2x}{dt^2},$$

que tiene soluciones no triviales ($x \neq \text{const.}$, es decir, movimiento) aunque la causa desaparezca ($F = 0$). En cambio la ley aristotélica del movimiento puede revestir, en términos modernos, la forma de una ecuación diferencial de *primer* orden, a saber,

$$F = R \frac{dx}{dt};$$

es decir, que la fuerza es proporcional a la velocidad, mientras que R representa la resistencia al movimiento. En ausencia de causas ($F = 0$), esta ecuación tiene sólo una solución trivial ($x = \text{const.}$, es decir, reposo). La ley aristotélica del movimiento es pues *enteramente causal*, mientras que la de Newton sólo tiene un dominio causal. Por ello Newton, en contraposición a Aristóteles (y aun a Kepler), no se puso a buscar la causa que “empuja” a los planetas en torno del Sol, sino que buscó la causa que curva sus órbitas (véanse las figuras 10 y 11). A este respecto, Newton hizo del movimiento de los planetas un análisis similar a la celebrada descomposición que Galileo había efectuado de la trayectoria de un proyectil en el movimiento espontáneo (inercial) que hubiera tenido en ausencia de la gravedad, y de caída “libre” que se hubiera producido como resultado de la gravedad y en ausencia de una velocidad inicial.

La situación de la causalidad empeora aun más con la teoría relativista de la gravitación. En realidad, según esta teoría, lo que produce la curvatura de la órbita de un planeta no es una fuerza clásica, sino la cur-

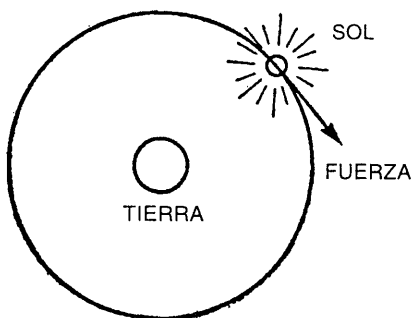


Fig. 10. En el “sistema del mundo” prenewtoniano, una fuerza causa el movimiento de los astros en torno de la Tierra (teoría de las fuerzas tangenciales).

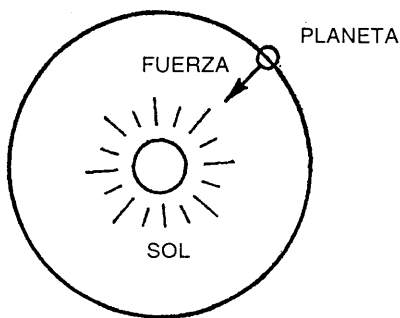


Fig. 11. En el “sistema del mundo” newtoniano, una fuerza radial causa la curvatura de un movimiento que, por lo demás, es espontáneo (teoría de las fuerzas centrales).

vatura del espacio-tiempo (o sea, la desviación respecto de la geometría euclídea) en torno del Sol. Aquí una vez más los planetas se mueven por sí solos; pero, a diferencia de la mecánica newtoniana (en la cual causa = fuerza), en la relatividad generalizada no se supone *ninguna fuerza* que participe en el movimiento de los

planetas. Como ha dicho Weyl²⁸, “desde Galileo concebimos el movimiento de los cuerpos materiales como una *pugna entre inercia y fuerza*... De la igualdad de las masas gravitatoria e inercial, Einstein concluyó que *en la dualidad de inercia y fuerza la gravitación pertenece al dominio de la inercia*”. La curvatura del espacio-tiempo actúa en realidad como condición y vínculo más que como fuerza: ella guía el movimiento, por otros conceptos *espontáneo* de los planetas alrededor del Sol, en forma análoga al modo en que un plano inclinado guía a un cilindro en su rodar sin ser causa de éste. Por ello la relatividad generalizada amplía la jurisdicción del automovimiento a expensas del alcance de la causalidad; pero sin eliminarla, por cuanto retiene como causas fuerzas diferentes de la de gravedad.

4.4.4. *Acción y reacción, y tensión interna*

Un segundo componente no causal del mecanicismo es el principio de la igualdad de la acción y de la reacción (el tercer axioma de Newton), según el cual ninguna acción mecánica se ejerce, por así decir, impunemente²⁹. Este principio puede considerarse como la *versión mecánica del principio general de interacción*, según el cual no hay acciones unidireccionales (como se supone lo son las causales), salvo como primera aproximación. Al enunciar este principio la mecánica rechaza implícitamente la noción escolástica de la pasividad de los sistemas materiales, noción que es correlativa de la

²⁸ Hermann Weyl, “Geometrie und Physik”, *Die Naturwissenschaften*, 19, 49 (1931), págs. 50-51.

²⁹ Newton (1687), *Principles*, ed. Cajori, pág. 13; en lo que respecta a los diversos significados de “acción” y “reacción”, véase el *scholium* de las leyes del movimiento, op. cit., págs. 21-28.

causalidad estricta; es decir, rechaza la doctrina de que existen “pacientes” puros que no reaccionan sobre los “agentes”³⁰.

Por último, un tercer componente no causal del mecanicismo es el concepto de tensión interna. La teoría mecánica de los medios continuos (fluidos y sólidos elásticos) hace hincapié en las tensiones internas que se producen como consecuencia de la acción combinada de las fuerzas externas y de las fuerzas internas (intermoleculares) que mantienen unidas las moléculas entre sí. El núcleo central de la dinámica de los medios continuos es una ecuación que relaciona las variaciones de los componentes del tensor de tensiones. Esto puede considerarse como la versión mecanicista del principio básico de la dialéctica —respecto de la naturaleza “contradictoria” de todos los existentes concretos— que puede interpretarse en el sentido de que todo objeto material, por homogéneo que pueda parecer a primera vista, es en realidad heterogéneo en algún respecto y hasta cierto punto; y más aún, está compuesto de partes o características recíprocamente opuestas o “encontradas” (es decir recíprocamente perturbadoras), tensión interna que puede desarrollarse (eventualmente fomentada por fuerzas externas) hasta el extremo de producir un cambio radical (cualitativo) en el objeto en cuestión. (Obvio es señalar que la “lucha” *óptica* o, simplemente, la oposición interna no implica contradicción *lógica*. Ni la supuesta estructura polar de los existen-

³⁰ La tercera ley newtoniana del movimiento no tiene validez general en la mecánica relativista en lo que se refiere a su formulación cuantitativa exacta. Pero la relatividad no altera el principio de que no hay acciones sin las correspondientes reacciones, y esto es lo que aquí nos interesa.

tes concretos ni el cambio son incompatibles con el "principio" lógico de contradicción³¹).

En resumen, la causalidad no tiene por qué ser mecanicista, ni la mecánica clásica es una disciplina puramente causal por más que contenga un importante ingrediente causal: el concepto de fuerza³². Al afirmar la importancia del automovimiento, la acción recíproca y la tensión interna (o "lucha", según la metáfora heraclíteica y hegeliana), la mecánica clásica trasciende la causalidad y enuncia, aunque sólo sea en forma restringida, los gérmenes de la teoría dialéctica del cambio; nada más que los gérmenes, pues el cambio cualitativo, que es la noción básica de la dialéctica, está ausente de la mecánica.

4.5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

La causación no puede ser reemplazada por la dependencia funcional como lo han pretendido los románticos y los neopositivistas, por cuanto la categoría de la

³¹ Cf. Kazimierz Ajdukiewicz, *Deutsche Zeitschrift für Philosophie*, 4, 318 (1956), y Adam Schaff, *ibid.*, pág. 338.

³² Además el concepto de fuerza puede eludirse en el campo de la mecánica de diversos modos, aunque sin ninguna ventaja. Probablemente el primer intento de construir una formulación fenomenológica de la mecánica haya sido el de D'Alembert, cuya propia concepción filosófica era en gran parte fenomenista. En su influyente *Traité de dynamique* (1743), no admite una ley de fuerzas como principio, y expresa: "Veo en la mecánica la ciencia de los efectos, más que la ciencia de las causas" (p. XXXVIII). Una formulación posterior de la dinámica, de la que estaba ausente el concepto de fuerza, fue la de Hertz (1894). Las formulaciones más avanzadas de la mecánica analítica (las de Lagrange, Hamilton, y Hamilton-Jacobi) no han *eliminado* el concepto de fuerza sino que lo han deducido de otros más fundamentales, como los de impulso y de energía.

interdependencia carece del componente esencial de la conexión genética, productiva. Si se asigna a una función matemática significado causal, esta interpretación debe expresarse en enunciados adicionales (reglas semánticas). El funcionalismo puede hacer justicia a todos los factores o facetas implicados; pero no da cuenta de los determinantes decisivos, es decir, aquellos factores que a la corta o a la larga determinan las características esenciales de un proceso.

La exageración del funcionalismo conduce a la concepción organicista del universo bloque, en el cual no hay cabida ni para el azar ni para la libertad. Pero la causalidad no implica interconexión causal universal. Mientras que esta última excluye el azar, la causalidad deja en el universo los suficientes huecos como para darle al azar la oportunidad de que opere como categoría ontológica (coincidencia de líneas causales independientes, o de procesos recíprocamente impertinentes).

Hemos comprobado la falta de fundamento de otros dos reproches de los filósofos románticos contra la causalidad, a saber, que ésta es fatalista y que es mecanicista. El fatalismo es una doctrina sobrenaturalista que sostiene la operación incondicional (y por tanto ilegal) de determinantes trascendentales, mientras que el causalismo no tiene compromiso alguno con doctrinas anticientíficas y respeta el principio de la legalidad. Además, la causalidad brinda los medios para conquistar la libertad negada tanto por el fatalismo como por el accidentalismo; si nada es incondicional, nada es en principio inevitable: toda causa puede ser contrarrestada o al menos regulada por otra causa.

La mera existencia de los sistemas platónico y aristotélico demuestra que la causalidad no tiene por qué ser mecanicista. Y el examen de algunos conceptos e ideas básicos de la mecánica clásica revela que esta

disciplina, si bien contiene un importante ingrediente causal (resumido en el concepto de fuerza), va más allá de la causalidad. Si los románticos hubieran conocido mejor la mecánica newtoniana no habrían encontrado fundamento para criticarla, sino que habrían hallado tal vez en esa ciencia los gérmenes de tres categorías de determinación muy gratas para los *Naturphilosophen*: el automovimiento, la acción recíproca, y la “lucha” interna de los opuestos³³.

³³ Mario Bunge, “Auge y fracaso de la filosofía de la naturaleza”, *Minerva*, 1, 212 (1944).

TERCERA PARTE

Lo que afirma el
determinismo causal

5. La linealidad de la causación

Luego de haber tratado de defender la doctrina de la causalidad, de los reproches que se le dirigen desde las posiciones más opuestas entre sí, tales como el empirismo y el romanticismo, nos proponemos en esta tercera parte del libro llevar a cabo a nuestra vez un ataque frontal examinando críticamente las limitaciones del causalismo. Nuestra primordial preocupación será la de subrayar, y luego criticar, el carácter lineal del devenir según lo sostiene la doctrina causalista.

5.1. ¿ES LA CAUSACIÓN MÚLTIPLE Estrictamente CAUSAL?

5.1.1. *Causación simple y causación múltiple*

Las formulaciones menos vagas del principio causal incluyen ya sea una causa única C y un efecto único E , o un conjunto (finito) de causas $C_1, C_2, \dots, C_n$ y un efecto único E , o viceversa. En el primer caso hablamos de *causación simple* y en el segundo de *causación múltiple*, incluyendo en esta última tanto la pluralidad de causas como la diversidad de efectos (véase fig. 12). Por ejemplo, hay diversos modos de despilfarrar una fortuna (pluralidad de causas), cuya posesión puede tener diversas consecuencias alternativas (pluralidad de efectos).

En la medida en que la funcionalidad coincide con la causalidad —medida ciertamente limitada como se ha indicado en 4.1—, el correlato funcional de la causación simple es $E = f(C)$. O bien si, como es habitual, se denota la intensidad de la causa con la variable “independiente” ‘ x ’ y la intensidad del efecto con ‘ y ’, entonces la relación funcional correspondiente a la causación simple es $y = f(x)$. El correlato funcional de la pluralidad de causas será, por su parte, $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$; y el correlato funcional de la diversidad de efectos será el conjunto de las funciones de una misma variable $y_i = f_i(x)$, $i = 1, 2, \dots, n$.

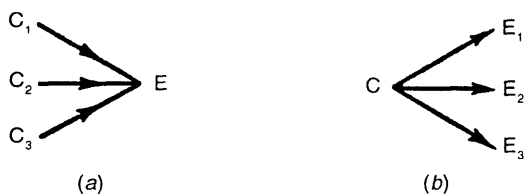


Fig. 12. Representación simbólica de la causación múltiple. (a) Pluralidad de causas; (b) Diversidad de efectos.

Si hay a la vez un conjunto finito de causa $\{C_i\}$ y un conjunto finito de efectos $\{E_i\}$, la relación entre ambos conjuntos será causal siempre que la correspondencia entre ellos sea biunívoca ($C_i \leftrightarrow E_i$) o, si se prefiere, cuando $y_i = f_i(x_i)$. Pero este caso entra en la jurisdicción de la causación simple, por cuanto la conexión se descompone en el conjunto de relaciones $y_1 = f_1(x_1)$, $y_2 = f_2(x_2)$, ..., $y_n = f_n(x_n)$, el cual representa un haz de líneas causales independientes sin interferencia alguna entre sí. Pero si sucede que no existe tal correspondencia recíproca uno a uno, si lo que hay es una relación

global entre el conjunto de causas y el conjunto de efectos, podemos hallarnos en presencia de una correlación estadística múltiple, en la cual se pierde la linealidad característica de la causación puesto que se entremezclan las diferentes variables.

El último caso que debemos considerar es el de una infinidad de factores o variables. Mas los conjuntos infinitos, ya sea de causas o de efectos (es decir $n = \infty$ en las antedichas fórmulas), no servirán para el caso por no ser empíricamente verificables. En realidad, las mejores pruebas de la autenticidad de un factor causal (o mejor dicho, de la exactitud de una hipótesis que sostiene la probable pertinencia de un factor causal) se reducen a su eliminación y a su reproducción deliberada; y para cualquiera de esas dos pruebas es condición necesaria que exista un número finito, y además reducido, de determinantes pertinentes. Siempre podría objetarse que la infinidad de conexiones que permanecen fuera del alcance de la regulación experimental no son en realidad causales, sino que constituyen un residuo no causal. Por ello, para que pueda darse a una conexión el nombre de causal, deberá involucrar conjuntos finitos tanto de causas como de efectos.

De ahí concluimos que la causación múltiple se limita a conexiones entre una sola causa y un conjunto finito de efectos, o entre un conjunto finito de causas y un solo efecto.

5.1.2. *La pluralidad conjuntiva de causas es reducible a la causación simple*

Ocioso es decir que cuando hablamos de causas o efectos singulares al referirnos a la causación, ya sea simple o múltiple, no queremos dar a entender con ello que se trate necesariamente de sucesos *simples*: los su-

cesos pueden consistir en situaciones infinitamente complejas, pero siempre tales que se comporten como unidades o totalidades en la relación en la cual se los investiga. En otras palabras, si se trata de un efecto singular, éste puede producirse —y así ocurre en la práctica— por la acción conjunta de diversas causas; pero allí donde el propio nexo causal es simple, ello sólo significa que el complejo de condiciones constituye una sola unidad determinante, o sea, una colección de determinantes que obran de consuno. Puede resultar provechoso en este caso hablar de *causación conjuntiva múltiple*, simbolizando consecuentemente la causa total en la forma $C = C_1 \cdot C_2 \dots C_n$. La vinculación de la causación conjuntiva múltiple puede entonces simbolizarse como $C_1 \cdot C_2 \dots C \rightarrow E$.

Una variedad sumamente interesante de causalidad conjuntiva múltiple es aquella donde el complejo causal puede descomponerse en una gradación jerárquica. Este procedimiento fue recomendado por Galileo, quien se negaba a considerar en pie de igualdad todos los factores implicados en un complejo causal auténtico: “La causa verdadera y primaria de los efectos de una misma clase debe ser única”. Cuando tal gradación de causas es posible podemos hablar de la causa primaria, la perturbación de primer grado, la perturbación de segundo grado, y así sucesivamente. La aplicación del cálculo de perturbaciones en astronomía y en física se funda en la posibilidad de dicha gradación de los factores causales. En un caso ideal, los valores numéricos C_k y C_{k+1} de las intensidades de dos términos consecutivos de semejante sucesión, se hallarían en una relación

¹ Galileo (1632), “Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo” (Cuarto Día), en *Opere*, vol. III, pág. 444.

tal como $C_k + 1 / C_k \cong 1/10$, lo que hace posible una separación terminante entre los diversos factores. En particular, puede entonces asignarse de modo inequívoco la *vera e primaria causa*. Sin embargo, el asunto no siempre resulta tan fácil.

Ya sea que la causa pueda o no analizarse en una gradación neta de factores, la pluralidad conjuntiva de causas se reduce a la causación simple, pues las diversas causas $C_1, C_2, \dots, C_n$ deben estar todas ellas presentes para que se produzca el efecto. Es decir, que la pluralidad conjuntiva de causas no pertenece al dominio de la causación múltiple auténtica, sino que constituye cuando mucho *una variedad de la causación simple*.

5.1.3. *La pluralidad disyuntiva de causas es causación múltiple genuina*

La causación múltiple genuina no se produce con la aplicación conjunta sino con la aplicación alternada de causas, o sea, cuando *el efecto es producido por cada causa separadamente*, sin que se altere por el hecho de que dos o más causas actúen a la vez. Daremos a esto el nombre de *pluralidad disyuntiva de causas*, para distinguirlo de la vinculación que implica la conjunción de causas. Un ejemplo evidente de la pluralidad disyuntiva de causas es la diversidad de procesos mediante los cuales puede producirse calor: cada uno de ellos por separado, ya se trate de la fricción, de la combustión o de la explosión de una bomba nuclear, produce el mismo efecto, aunque por cierto no sea con la misma intensidad. Asimismo un cuchillo, una bala o un veneno puede cada uno de por sí causar la muerte de una persona, y su aplicación conjunta no altera el efecto: la muerte.

La relación funcional $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ no representa fielmente la vinculación entre un efecto y sus múltiples causas alternativas. En realidad cabe introducir cambios en la variable "dependiente" y , ya sea mediante la variación simultánea de las "causas" $x_1, x_2, \dots, x_n$, o mediante la variación de cada "causa" por separado. O sea, que la función $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ no sólo es inepta para expresar la productividad y unidireccionalidad de la causación, sino que es también formalmente inadecuada como representante de la causación múltiple, pues puede servir de correlato tanto a la pluralidad conjuntiva de las causas como a la disyuntiva. La causación múltiple disyuntiva puede en cambio simbolizarse con propiedad empleando la conectiva "y/o" de este modo: $C_1 \vee C_2 \vee \dots \vee C_n \rightarrow E$. Es precisamente la ambigüedad de " $\vee$ " lo que hace de él un correlato lógico adecuado de la causación múltiple genuina.

Algunos de los partidarios estrictos de la causalidad como Tomás de Aquino, al igual que algunos de sus críticos como Hume, han rechazado la pluralidad de causas. La segunda Regla del Razonamiento Filosófico de Newton² dice: "A los mismos efectos naturales debemos asignarles, en la medida de lo posible, las mismas causas naturales", lo cual era un procedimiento cortés para prescindir de la Providencia en los asuntos científicos. Uno de los enunciados que Hume³ formula del principio causal contiene una referencia explícita a la correspondencia recíproca uno a uno que caracteriza a la causación: "La misma causa siempre produce el mismo efecto, y el mismo efecto nunca puede proceder sino

² Newton (1687), *Principles*, ed. Cajori, lib. III, pág. 398.

³ Hume (1739, 1740), *A Treatise of Human Nature*, lib. I, secc. 15, pág. III.

de la misma causa". Un partidario de Hume⁴ ha sostenido que la pluralidad de las causas "sólo proviene de una concepción vaga del efecto, y precisa y amplia de la causa". Cohen y Nagel⁵ han repetido la aserción de Russell, sosteniendo que "cuando se asigna a un efecto una pluralidad de causas, dicho *efecto* no ha sido analizado muy cuidadosamente. Se toman ejemplos que contienen diferencias significativas para ilustrar *un mismo efecto*. Estas diferencias escapan a la vista poco ejercitada, pero no pasan inadvertidas para el experto". Admitimos que así ocurre en muchos casos: el análisis consigue a menudo descomponer una pluralidad de causas (o una diversidad de efectos) en haces de hilos causales. Pero ¿qué nos asegura que *siempre* sucederá eso? Puede argüirse que "ejercitar la vista" para descubrir las presuntas diferencias puede llevar siglos, de modo que el supuesto de la causación múltiple es, por lo menos en muchos casos, una hipótesis de trabajo provisional; pero también lo es la causación simple.

Los más diversos pensadores⁶ han defendido la causación múltiple, y hasta la han dado por sobreentendida. En realidad no requiere mayor defensa, a menos

⁴ Russell (1912), "On the Notion of Cause", en *Mysticism and Logic*, pág. 180.

⁵ Cohen y Nagel (1934), *An Introduction to Logic and Scientific Method*, pág. 270.

⁶ Machiavelli (1516), *Discorsi*, lib. III, cap. XXI. Sánchez (1581), *Que nada se sabe*, págs. 124 y sigs., emplea la causación múltiple para apoyar el agnosticismo. Mill (1843, 1872), *A system of Logic*, lib. III, cap. X, reconoce la pluralidad de las causas como posible *in re*, aunque sus propios cánones de inducción se fundan en el supuesto de la causación simple. Wisdom (1952), *Foundations of Inference in Natural Science*, pág. 94. Ernest H. Hutten, "On Explanation in Psychology and in Physics", *British Journal for the Philosophy of Science*, 7, 73 (1956).

que se afirme dogmáticamente que sólo puede haber conexiones biunívocas. Por el contrario, es la causación simple la que resulta sospechosa de ser artificial, justamente por su sencillez. Debemos reconocer que la asignación de una sola causa (o efecto) a un conjunto de efectos (o causas) puede resultar una hipótesis superficial y poco esclarecedora. Pero también lo es generalmente la hipótesis de la causación simple. ¿Por qué habríamos de conformarnos con enunciados de causación, en lugar de tratar de ir más allá de la primera relación simple descubierta?

La existencia de la causación múltiple es una de las características del universo que hacen posible tanto el fenomenismo como el ficcionismo. Veamos el caso de la psicología humana: un mismo conjunto de circunstancias puede tener diferentes consecuencias en diferentes personas, y a la inversa, una misma pauta de comportamiento humano suele ser compatible con varias intenciones diferentes. Examinemos este ejemplo de diversidad de efectos: estalla un incendio (C); el señor A se comporta en este trance como un héroe (E_1), mientras que el señor B huye cobardemente (E_2). El enigma no se resuelve analizando más a fondo las causas y los efectos con la esperanza de eliminar la pluralidad de efectos; sino que se resuelve investigando otros factores, tales como las condiciones y predisposiciones de los actores, o sea, descubriendo determinantes *no* causales. De modo que mientras la mera existencia de la causación múltiple posibilita el fenomenismo, tanto el reconocimiento de que se trata de *causación* múltiple como la exigencia de que se la *analice* más a fondo son incompatibles con él. Podemos aceptar la pluralidad disyuntiva de causas o efectos; pero, en la medida de lo posible, debemos explicar esas conexiones múltiples en otros términos, eventualmente no causales.

5.1.4. *La causación múltiple no es estrictamente causal*

Tal vez la única objeción adecuada que pueda oponerse a la causación múltiple sea su nombre, pues no es estrictamente causal. En primer lugar la causación múltiple (disyuntiva), al ser por definición un vínculo del tipo uno a varios, no se presta a ninguna de las formulaciones más o menos adecuadas del principio causal, todas las cuales se refieren con razón a un enlace unívoco (cf. cap. 2). En cuanto se admite la posibilidad de una pluralidad de causas (o de efectos), el cuadro de la cadena causal deja de ser un posible modelo del devenir o por lo menos pierde su significado después de algunas ramificaciones. En segundo lugar, la causación múltiple (disyuntiva) es no-aditiva: la acción conjunta de varias causas que podrían cada una de por sí producir el efecto, no altera el resultado. Y en tercer lugar, la causación múltiple se convierte en determinación estadística en cuanto el conjunto de posibles causas alcanza un grado suficiente de complejidad, particularmente si las causas son todas de la misma clase y grado de magnitud en intensidad. Por ejemplo, puede llegarse a una misma distribución de equilibrio de un gran conjunto de moléculas desde una infinidad de situaciones, así como una piedra puede llegar al suelo desde una infinidad de posiciones.

Para resumir, la causación múltiple genuina —pluralidad disyuntiva de causas (o de efectos)— es a menudo una hipótesis más adecuada que la de la causación simple, sólo que no es estrictamente causal por cuanto no se trata de un vínculo unívoco y aditivo, y degenera en determinación estadística si las causas son muchas y todas aproximadamente de la misma importancia.

5.2. LA CAUSALIDAD IMPLICA UN AISLAMIENTO ARTIFICIAL

5.2.1. *El encadenamiento universal*

El enfoque moderno de los problemas históricos comenzó durante el Renacimiento, cuando el procedimiento característico de la historiografía medieval —el registro cronológico de los sucesos, considerados como objetos poco menos que aislados entre sí— se reemplazó por ingenuas cadenas causales a las que se atribuía la virtud de explicar científicamente los acontecimientos históricos (véase la figura 13). Ejemplo magistral de este nuevo enfoque fue Maquiavelo en sus obras relativas a la historia de Florencia.

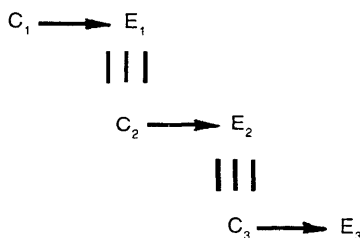


Fig. 13. Cadena causal: todo efecto E_n es también una causa C_{n+1} .

He aquí una bella muestra del nuevo método⁷: “Perdió la república de Florencia, después del año 1494, Pisa y otras poblaciones con gran parte de su territorio, y tuvo que guerrear con los que lo ocupaban; pero, siendo éstos poderosos, la guerra era costosa y sin fru-

⁷ Machiavelli (1516), *Discorsi*, lib. I, cap. XXXIX, en *Obras políticas*, págs. 128-129.

to. El aumento de gastos ocasionaba aumento de tributos, y éstos infinitas quejas del pueblo. Dirigía la guerra un Consejo de diez ciudadanos, llamados *Los Diez de la Guerra*, y todo el pueblo empezó a demostrarles aversión, cual si fueran la causa de ella y de los gastos que ocasionaba, persuadiéndose de que suprimido el Consejo, terminaría la guerra. Para conseguirlo, dejaron expirar los poderes de los consejeros sin elegir sucesores y concedieron dicha autoridad a la Señoría [el Consejo Supremo].”

La cadena causal de Maquiavelo es bastante simple: pérdida de territorios-guerra-grandes gastos-fuertes impuestos-descontento popular-disolución del Consejo de guerra. Este tipo de descripción implica evidentemente un enorme progreso con respecto a la árida crónica medieval de sucesos separados; al indicar su vinculación, es a la vez más explicativa y más fiel. Empero sigue constituyendo una simplificación excesiva, pues en realidad cada eslabón de la cadena es producido por varios determinantes, de los cuales se extrae y se menciona el *principal*. Además, la naturaleza específica de cada eslabón de la cadena importa tanto como la cadena en su totalidad; y esta naturaleza específica, caracterizada como está por una estructura peculiar y por leyes peculiares de autodesarrollo, queda fuera del nexo causal, que es en gran medida externo.

Finalmente, las cadenas causales no son tan autoexplicativas como suele creerse: lo explicativo no es la serie de eslabones en sí misma, sino la multitud de hipótesis o aun de teorías que se ocultan tras las palabras que designan los diversos eslabones⁸.

La extrema simplificación implicada en las series lineales de causas y efectos fue débilmente advertida

⁸ Cf. N. R. Hanson, “Causal Chains”, *Mind* (N. S.) 64, 289 (1955).

aun en un siglo que cultivaba el ideal de la simplicidad, aunque no ya como un hecho indudable, al menos en el dominio de la naturaleza y en el de la sociedad. Voltaire, que era un ferviente entusiasta del *enchaînement universel* en el terreno de la metafísica, tenía al mismo tiempo una penetración histórica demasiado profunda y una información histórica demasiado amplia como para no advertir que la explicación de los hechos históricos en términos de tales cadenas podía conducir a extremos ridículos, si se la aplicaba a largos períodos. Por ello se burlaba de las series lineales de causas y efectos⁹ sostenidas por los jansenistas pero negadas por los jesuitas, quienes eran partidarios de la intervención arbitraria de la Providencia en los asuntos terrenales, y del libre albedrío absoluto, al que necesitaban para dar contenido moral al castigo y significado a la recompensa. Sin embargo Voltaire no explica por qué es ridículo suponer cadenas causales demasiado largas, ni tampoco lo hace Diderot, quien en *Jacques le fataliste et son maître* (ca. 1774) se burla también de la preterminación y del libre albedrío. Ambos *philosophes* se conformaron, en este aspecto, con demostrar que tenían bastante *esprit*.

El principal motivo de que las cadenas causales sólo puedan resultar en el mejor de los casos burdas aproximaciones durante breves períodos, es que ellas suponen un aislamiento ficticio del proceso estudiado con respecto a los demás procesos. Veamos este punto más detenidamente.

⁹ Véase, entre otros lugares, el delicioso "Diálogo entre un braman y un jesuita sobre la necesidad y el encadenamiento de las cosas", en *Oeuvres* (1756), vol. XVIII, págs. 272 y sigs.

5.2.2. *El aislamiento es ficticio*

Hemos visto en 5.1 que para poder considerar causal un proceso debemos *separar* un factor causal o una de las consecuencias, de toda una constelación de determinantes. Pero esta separación —y con ella el abandono del complemento del factor separado— si bien es válida y hasta indispensable como procedimiento metodológico, es objetable desde el punto de vista ontológico. En rigor puede comprobarse empíricamente que todo suceso es producido en realidad por una cantidad de factores, o cuando menos está acompañado por muchos otros sucesos que se relacionan con él de alguna manera, de modo que la separación implicada en la imagen de la cadena causal constituye una abstracción extremada. Así como los objetos ideales no pueden aislarse de sus respectivos contextos, los existentes materiales revelan múltiples interconexiones; de donde el universo no es un cúmulo de objetos, sino un sistema de sistemas interactuantes. Como consecuencia, el efecto particular *E* no sólo es el producto de la *vera e primaria causa C* (cf. 5.1.2) sino también de muchos otros factores vinculados con *C*: en las situaciones reales siempre hay toda una constelación de determinantes. Y a la inversa, *C* producirá no sólo *E* sino también muchas otras consecuencias: con más razón si procedemos a tomar en cuenta las causas llamadas remotas de un suceso, en lugar de las próximas. Como dijera Hegel¹⁰, en la “multiplicación de las causas que han intervenido entre él (el hecho fundamental que se está considerando) y el efecto último, se vincula con otras cosas y circunstancias, de modo que el efecto completo está contenido no en el

¹⁰ Hegel (1812, 1816), *Science of Logic*, vol. II, pág. 195.

primer término al que se declara causa, sino únicamente en el conjunto de esta pluralidad de causas”.

Para expresarlo de otro modo: hay siempre vinculaciones entre muchos conjuntos de factores, nunca entre sucesos y cualidades aislables y separados, como supone la causalidad. Y por ello la hipótesis de que el devenir es una cadena causal parece una selección unilateral de una rica red de interconexiones (véase fig. 14); y es también, hasta cierto punto, una hipóstasis de la inferencia lógica y por lo tanto, una concepción parcialmente antropomórfica y precientífica. Pero la selección efectuada por el pensamiento causal, por más que sea defectuosa desde el punto de vista ontológico, es inevitable metodológicamente: en este orden de cosas, como en todos los demás, el yerro no consiste en cometer errores, sino en ignorarlos o descuidarlos.

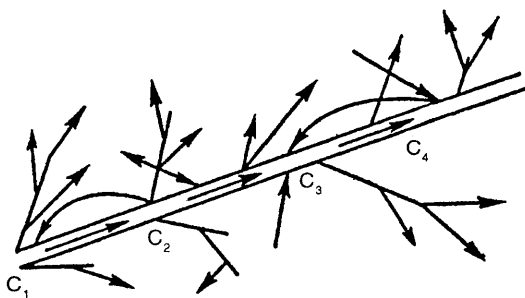


Fig. 14. La cadena causal: selección unilateral dentro de una rica red de interconexiones.

5.2.3. *El aislamiento es un requisito metodológico*

El aislamiento de un sistema respecto de sus circunstancias, de una cosa o proceso de su contexto, de

una cualidad del complejo de cualidades interdependientes a que pertenece: en resumen, la “abstracción” es indispensable no sólo para poder aplicar ideas causales sino para efectuar cualquier investigación, sea empírica o teórica. En verdad la ciencia nada puede hacer con “hechos brutos”, con los “datos inmediatos” imaginados por Comte, Bergson y Husserl: su misión es analizar esos ovillos de elementos interconectados, aislar un pequeño número de entidades y características y concentrar en ellas su atención con la esperanza de llegar a una mejor comprensión del todo cuando esas partes separadas le sean finalmente restituidas. Los totalistas se quejan de que este procedimiento es lesivo para la totalidad estudiada, y esto es verdad; pero el análisis es el único método conocido de alcanzar la comprensión racional de la totalidad: primero se lo descompone en elementos artificialmente aislados y luego se intenta la síntesis de los componentes. El mejor modo de captar la realidad no es respetar los hechos y evitar la ficción, sino vejar los primeros y controlar la segunda.

En muchos casos hasta es posible obtener experimentalmente ese aislamiento de manera aproximada y en ciertos aspectos, por lo menos en una zona limitada del espacio y durante un breve intervalo de tiempo, como sucede en la botella térmica. La posibilidad de obtener empíricamente aislamientos bastante completos, de modificar un factor sin provocar alteraciones notables en las restantes variables, refuta la tesis de la interconexión universal *sin restricciones* (de todos los entes en todos los aspectos). Tanto desde el punto de vista ontológico como del metodológico, es importante comprender esto; pero también es importante comprender que el aislamiento *perfecto* es una ficción teórica: hoy casi todo el mundo sabe que, por más que a menu-

do se alcancen buenas aproximaciones, el aislamiento nunca es completo. Para disipar cualquier duda sobre ello bastará consultar con un experto en máquinas térmicas o en electricidad.

El aislamiento perfecto en algún respecto es, más que un hecho, una hipótesis que el hombre de ciencia se ve obligado a formular si desea convertir los complejos sistemas interactuantes del mundo material en objetos simples, esquemáticos; en suma, ideales y por tanto tratables¹¹. Por ello es verosímil que el nacimiento de la dinámica moderna, que tanto dependió de la astronomía, se hubiera demorado notablemente si no hubiese sido por las siguientes características, sumamente favorables y excepcionales, del sistema solar: *a*) al nivel mecánico, el sistema está bastante aislado del resto de la galaxia; *b*) las interacciones de los planetas son también insignificantes en primera aproximación. La importancia de estas características excepcionales, que hacen casi completo el aislamiento mecánico, puede comprenderse plenamente si se recuerda que no se ha encontrado forma de aislar los campos gravitatorios (ni se la encontrará nunca, si la teoría relativista de la gravitación está acertada al sostener que el campo gra-

¹¹ Además, en algunos casos pueden reemplazarse sistemas de componentes realmente interactuantes por sistemas abstractos de factores independientes. Como ejemplo elemental de este procedimiento podemos citar el uso de coordenadas normales en dinámica; por ejemplo, para estudiar un sistema de resortes acoplados pueden introducirse coordenadas especiales que representen las oscilaciones del mismo número de osciladores independientes ficticios, cada uno de los cuales oscila sin ser perturbado por los demás resortes. De modo análogo, las ecuaciones de movimiento de campos acoplados, como el electromagnético y el del electrón, pueden reducirse formalmente a conjuntos de ecuaciones de campos ficticios aislados (representación de interacción).

vitatorio constituye en cierto sentido el espacio mismo, en lugar de colmar un ámbito espacial vacío).

La hipótesis del aislamiento —o recíprocamente, del medio ambiente neutral— es pues un requisito metodológico de las ciencias que se ocupan del mundo material; por ello, la ficción de la “cadena causal” aislada será útil en la medida en que exista tal aislamiento. Y así ocurre a menudo, en diferentes respectos, durante intervalos de tiempo limitados. Pero en realidad un sinnúmero de factores despreciados —las *cause accidentarie* o *cagioni secondarie* de Galileo¹²— están actuando constantemente sobre la trayectoria principal —la “línea causal” elegida— produciendo en ella pequeñas modificaciones que pueden acumularse y provocar, a la larga, una modificación esencial. Como dice Bernal¹³, tales “variaciones fortuitas o reacciones laterales ocurren de continuo. Nunca se anulan por completo entre sí, y va produciéndose una acumulación que más tarde o más temprano determina una tendencia en dirección diversa de la del sistema original”. (La teoría estadística elemental generalmente sólo se ocupa del caso más simple: aquel en que las desviaciones fortuitas se compensan entre sí, de modo que no ocurre cambio significativo alguno en la tendencia general del proceso y éste termina en un estado de equilibrio. El grueso de las ligeras influencias recíprocamente anuladoras que proceden del resto del universo, es precisa-

¹² Galileo (1632), “Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo” (Cuarto Día), en *Opere*, vol. VII, pág. 484-485. Galileo traza una clara distinción entre la *vera e primaria causa* (que, como en el caso del Sol, supone de índole constante) y las *cause secondarie* o *accidentarie*; y observa que, a la larga, las últimas pueden ejercer modificaciones esenciales.

¹³ Bernal (1942), *The Freedom of Necessity*, pág. 31.

mente de ese tipo; por ejemplo, las perturbaciones gravitatorias que actúan sobre la Tierra se distribuyen al azar y no producen efectos duraderos sobre la órbita del planeta, que es estable. Tales colecciones de pequeñas influencias han sido calificadas de “residuo irracional”¹⁴; en realidad no son irracionales sino desconocidas en detalle: aunque los elementos particulares no se prestan a la investigación, la masa de las desviaciones en su conjunto puede tratarse estadísticamente.)

5.2.4. *Paradojas del aislamiento*

El aislamiento, suposición implícita en toda hipótesis causal, implica a su vez la suposición de la existencia de entes que permanecen *fuera* de ciertas conexiones causales; y ello basta para refutar la doctrina de la interconexión causal universal. Es decir, que las teorías de la interdependencia universal no pueden ser coherentemente causales; o si se prefiere, cuanto más causales son, menos coherentes resultan. (En 4.2 demostramos que no tienen por qué ser causales.) Ésta es la primera paradoja del aislamiento.

Hay una segunda paradoja, que atañe a la identificación usual (y errónea) de aislamiento con causalidad. Los partidarios de la causalidad estricta han argüido no sólo que la naturaleza debe analizarse en líneas causales recíprocamente independientes (aisladas), sino también a la inversa, que todo proceso aislable es causal, de modo que las anomalías causales sólo pueden surgir como resultado de perturbaciones externas, o sea, como consecuencia de un aislamiento imperfecto.

¹⁴ Reichenbach (1929), “Ziele und Wege der physikalischen Erkenntnis”, *Handbuch der Physik*, Geiger y Scheel (compils.), vol. IV, pág. 70.

Esto mismo han sostenido algunos partidarios de la indeterminación empírica que implica la interpretación ortodoxa de la teoría cuántica¹⁵. Sin embargo, el movimiento inercial prosigue por sí solo en aislamiento completo y en ausencia de causas, mientras que la desintegración de los núcleos naturalmente radiactivos es a la vez un proceso estadístico y aislable. Admitimos que los tiempos individuales de desintegración no están indeterminados, pues se supone que todo núcleo "obedece" a algunas leyes de la física; pero el hecho de que la velocidad media de desintegración sea indiferente a todas las circunstancias externas conocidas, indica el elevado grado de autodeterminación de este proceso y, en consecuencia, su carácter no causal.

Sacamos en conclusión, por lo tanto, que el aislamiento parcial es una condición *necesaria* pero no *suficiente* para el imperio de la causalidad.

5.2.5. Cadenas causales: primera aproximación

La imagen de las cadenas causales lineales es defectuosa desde el punto de vista ontológico por cuanto ais-

¹⁵ Dirac (1947), *The Principles of Quantum Mechanics*, 3a. ed., pág. 4: "La causalidad sólo vale para un sistema libre de perturbaciones. Si se trata de un sistema pequeño, no podemos observarlo sin producir alguna perturbación importante, y por ello no podemos confiar en descubrir ninguna vinculación causal entre los resultados de nuestras observaciones.

Seguiremos suponiendo que la causalidad vale para sistemas libres de perturbaciones, y las ecuaciones que estableceremos para describir un sistema tal serán ecuaciones diferenciales que expresen un vínculo causal entre las condiciones existentes en un momento dado y las que prevalezcan en un momento posterior." (Las cursivas son del autor.) En 3.4 puede verse una crítica de la doctrina según la cual las ecuaciones diferenciales reflejan la causación.

la una línea de desarrollo más o menos imaginaria, dentro del conjunto de una corriente concreta (véase fig. 15). Ese aislamiento de una serie causal de la totalidad del proceso complejo, en el cual se considera la parte que se ha aislado como un hilo exterior y paralelo a los demás hilos, no es más que una ficción útil que

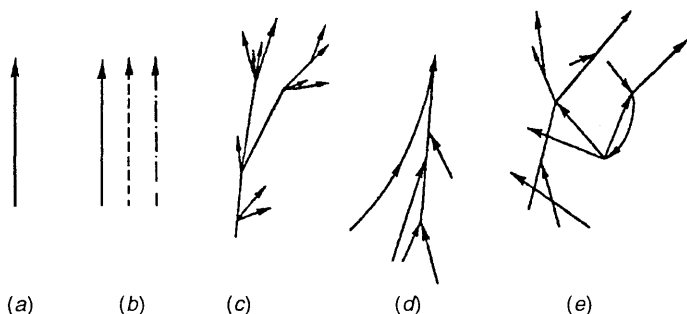


Fig. 15. Principales esquemas de procesos. Líneas *aisladas* de desarrollo (causal o no): (a) Unilineal; (b) Multilineal (paralelo). Líneas *combinadas* de evolución: (c) Divergente (ramificación con emergencia de nuevos niveles); (d) Convergente (interpretación, con emergencia de nuevos niveles); (e) Real (combinación de tipos más simples de desarrollo).

sólo puede aplicarse durante intervalos limitados de tiempo, de modo bastante parecido a la posibilidad de aproximar un arco de curva pequeño por su cuerda respectiva. Pronto se descubrirá, o que la “línea” causal inicial se ramifica —como sucede con el desarrollo divergente característico de la evolución biológica— o que algunas de las ramas se fusionan con otras líneas al principio independientes, hasta que todo el conjunto desemboque —para continuar con el lenguaje pictórico— en una corriente continua (el desarrollo convergente característico de la evolución cultural). En suma,

las líneas o cadenas causales estrictas sencillamente no existen; pero en ciertos respectos, en dominios limitados y por breves intervalos de tiempo, ofrecen a menudo tanto un cuadro aproximado satisfactorio como una explicación adecuada del mecanismo esencial del devenir¹⁶.

Por lo menos dos peligros aguardan a quienes ignoran u olvidan el carácter vastamente ficticio de las cadenas causales. El primero es, por supuesto, el monadismo leibniziano; el segundo, la imitación de un historiador norteamericano contemporáneo que, en su entusiasmo por las cadenas causales, se puso a demostrar que todos los sucesos ocurridos en el Imperio Romano no fueron más que los últimos eslabones de una cadena de ida sola, originada en las guerras intestinas de las tribus mogólicas. Ocurre a menudo que una hipótesis metodológicamente sólida puede, si se exagera, conducir a extremos ridículos.

El empirismo ha hecho notar con razón que las cadenas causales rígidas sólo existen en nuestra fantasía. Un filósofo humeano¹⁷ ha escrito que "el fabricante de cadenas que la forjara con las propiedades de las causales pronto se haría millonario". Pero me parece una exageración por parte de los humeanos afirmar que las cadenas causales *no son sino* hipóstasis de la inferencia lógica. (La figura lógica conocida como *sorites* puede tomarse por modelo de la cadena causal, pues se trata de

¹⁶ Cf. MacIver (1942), *Social Causation*, cap. VI.

¹⁷ Toulmin (1953), *The philosophy of Science*, pág. 163. Otro humeano, por el contrario, ha exagerado la importancia de las líneas causales separadas, hasta el punto de considerar la aserción de su existencia como el postulado fundamental del método científico: Russell (1948), *Human Knowledge: Its Scope and Limits*, quinta parte. Obsérvese, de paso, que tal suposición constituye una hipótesis ontológica.

una cadena de silogismos en la cual la conclusión de cada uno de ellos sirve de premisa para el siguiente.) No hay razón para negar que si las cadenas causales son válidas en contextos limitados, ello se debe a que constituyen un borroso reflejo de la realidad; es decir, se debe a que en el mundo real *hay* algo que se asemeja vagamente a la cadena causal.

De todos modos, la concepción estoica de las cadenas lineales de causas y efectos sucesivos está a la vez más próxima a la verdad y es más fructuosa que la concepción del mundo como un cúmulo de sucesos separados y aislados, que se encierran en sí mismos o que cuando mucho inician procesos circunscritos, apartados del resto del universo. La primera imagen tiene un dominio de validez limitado, mientras que la segunda priva de sentido a la investigación científica. En suma, las cadenas causales son toscas reconstrucciones del devenir; y de la naturaleza específica de cada caso depende cuál de los dos aspectos ha de subrayarse en esta descripción: la *reconstrucción* o la *tosquedad*.

5.3. LA CAUSALIDAD REQUIERE, O UNA PRIMERA CAUSA, O LA REGRESIÓN INFINITA

5.3.1. *Las dos alternativas*

El causalismo supone que todo aquello que pueda ser explicado lo será de resultas de una causa o como eslabón de una cadena causal. Pero las cadenas pueden tener o no un comienzo. Si se supone que las cadenas causales tienen un comienzo absoluto, *eo ipso* se supone también que ha actuado una Primera Causa —vale decir, se postula una fuente última del cambio, se imagina un Primer Motor, que es a su vez incausado y que

eventualmente (no necesariamente) no es movido por su propia acción— como el Motor Inmóvil de Aristóteles, o el Uno de los neoplatónicos¹⁸. La suposición de una *causa prima* es, desde luego, un requisito teológico¹⁹. Se ha afirmado también que esta hipótesis no sólo es sobrenaturalista, sino también autocontradictoria²⁰. En realidad, la suposición de un primer motor sólo implica una *limitación* del dominio de validez del principio causal, no su negación. No es autocontradictoria, pero es en verdad incompatible con el principio de razón suficiente, que no constituye una ley del cambio, sino un principio de conocimiento (cf. 9.3); en realidad, este principio exige, en lo tocante a nuestro problema, que se presente una razón para la existencia de una Primera Causa.

Para poder refutar la causalidad en nombre de la hipótesis de la *causa prima*, debe privarse de toda eficiencia a las causas llamadas secundarias (es decir, naturales). Eso es lo que en rigor hizo Malebranche: de acuerdo con su doctrina de las causas ocasionales, sólo Dios tiene eficiencia causal, mientras que las causas naturales (secundarias) no son en realidad causas (agentes productores) sino ocasiones para la intervención de la Primera Causa. Empero, ni la ciencia ni la

¹⁸ Una descripción de la teoría neoplatónica de la degradación jerárquica de las causas, a partir de una Causa Primera, puede encontrarse en Pseudodionisio areopagita, *Teología mística*, y las jerarquías celestiales. En Gilson (1952), *La philosophie au moyen âge*, págs. 378 y sigs., puede verse una descripción del influyente *Liber de causis*, de la misma tendencia.

¹⁹ Tomás de Aquino, *Suma teológica*, I, cap. 46, art. 2, réplica a obj.7.

²⁰ Schopenhauer (1813), op. cit., sec. 20. Como de costumbre, Schopenhauer ofrece aquí el penoso espectáculo del irracionalista que recurre a la argumentación, claro está que sin éxito.

religión están muy interesadas en esta doctrina, que hace inútil el saber científico, e inmoral el castigo.

A la inversa, si no se admite un primer principio, la causalidad exige el postulado de la infinita regresión de causas y efectos. De este modo se preserva la validez sin restricciones del principio causal, y se evita la suposición extracientífica de un Primer Motor incausado. Pero, lamentablemente, el *regressus ad infinitum* es ontológicamente ficticio y gnoseológicamente inoperante. La circunstancia de que la regresión infinita es ontológicamente ficticia se deduce del hecho de que las series lineales de causas y efectos son supersimplificaciones válidas como primeras aproximaciones, pero del todo inútiles luego de unas cuantas ramificaciones y entrecruzamientos (cf. 5.2). Y la regresión infinita es gnoseológicamente estéril, pues en vez de explicar lo desconocido por medio de lo conocido hace precisamente lo opuesto: explica el presente por medio de un pasado que es en su mayor parte desconocido²¹. Pero la principal limitación de la regresión infinita es que no nos permite comenzar en ningún estadio dado del desarrollo, sino que exige un retroceso continuo e interminable: no admite *etapas* definidas en los procesos, ni nuevos puntos de partida determinados por la emergencia de modos de ser cualitativamente nuevos y, en consecuencia, de modos de devenir también cualitativamente nuevos. Es precisamente la existencia de niveles carac-

²¹ Aristóteles, *Metafísica*, lib. II, cap. II, 994, sostiene que las causas no pueden formar una cadena infinita sino que deben rematar en un Primer Término, simplemente porque el infinito es *impensable*. Este argumento es, por supuesto, insostenible, salvo en una teoría del conocimiento estrictamente empirista (como la de Locke o la de Berkeley) o en el finitismo matemático igualmente empirista de Borel y los intuicionistas.

terizados por leyes propias y que emergen de modo discontinuo en el curso del tiempo lo que nos permite prescindir del *regressus ad infinitum* causal, aunque no de toda regresión finita.

5.3.2. Valoración de la regresión causal infinita

Debe, empero, comprenderse qué tremenda conquista del pensamiento fue el concepto de la cadena regresiva; qué enorme progreso significó adquirir el hábito de retroceder de los consecuentes a los antecedentes y encarar estos últimos, a su vez, como resultados de un proceso interminable. Este modo de pensar había sido practicado por algunos griegos y luego casi se perdió: durante la Edad Media cristiana el infinito fue considerado como el monopolio de Dios. Los escolásticos solían tratar cada problema por separado discutiendo cada "tesis" como una unidad autosuficiente, mediante silogismos que podían estar relacionados entre sí, pero no necesariamente encadenados como en el *sorites*, y que siempre terminaban en axiomas que se tenían por evidentes y en consecuencia indiscutibles. (El silogismo, y no el discurso lógico en su integridad, era el tema central de la lógica medieval.) Lo que la Edad Media conoció no fue tanto el proceso en cadena como la estática Cadena del Ser neoplatónica, ordenada de una vez por todas de acuerdo con la ley divina y con la dignidad ética y el poder de los eslabones participantes.

Es durante el Renacimiento cuando surge la tendencia a examinar cada hecho en su contexto cósmico real. El interés teórico se desplaza de los hechos aislados a las series de hechos que guardan una relación genética entre sí. En correspondencia con esta transformación en el enfoque científico y ontológico, el centro de la lógica renacentista se convierte en lo que Descartes lla-

ma las *longues chaînes de raisons*, aunque con frecuencia bajo el disfraz de ataques a la lógica formal. Como antes hemos recordado (cf. 5.2.1), Maquiavelo inauguró la explicación de los hechos históricos —que en Occidente sólo había sido hasta entonces objeto de crónicas— y los explicó como eslabones de largas cadenas causales. (Nuestra limitación a la Edad Media cristiana no olvida el asombroso enfoque científico de Aben-jaldún.) El aparente caos de sucesos históricos se transforma entonces en un todo ordenado, tal vez en un apareamiento excesivamente simplificado, donde no se deja sitio para el azar ni para el designio. Vuelve a descubrirse el cuadro estoico del Cosmos, en el cual cada cosa está estrechamente vinculada con todas las demás. El *regressus ad infinitum* se convierte en un valioso instrumento ontológico para tal conversión del caótico laberinto de las apariencias en un cosmos legal y, por tanto, inteligible y susceptible de regulación; la cadena de razonamientos es su instrumento lógico.

Para resumir: como tantos otros conceptos, la regresión causal infinita desempeñó un papel progresivo hasta que la misma riqueza de datos que contribuyó a acumular reveló su inexactitud. La regresión infinita existe, pero no es de índole causal: el primer miembro de esta oración compuesta constituye una hipótesis filosófica (mientras que la suposición de una Primera Causa es una hipótesis teológica); el segundo miembro es consecuencia de 5.1 y 5.2 y, en general, de todo el presente libro.

5.4. LA CAUSALIDAD IMPLICA CONTINUIDAD DE ACCIÓN

5.4.1. *Fundamento y consecuencias de la continuidad de acción*

El principio causal implica la continuidad de acción entre la causa y el efecto, es decir, la ausencia de interrupciones en las líneas causales²². Este requisito es casi obvio, pues toda solución de continuidad en la línea causal tendría que atribuirse a la acción de alguna otra causa. (Empero la continuidad de acción no implica contigüidad espacial o acción por contacto, como se demostró en 3.1).

Otro aspecto de la continuidad característica de la causalidad se expresa en la máxima *Pequeñas causas tienen pequeños efectos*, con la que se da a entender que un cambio gradual en la causa determina un cambio gradual en el efecto. (La proposición contraria, a saber, "Pequeñas causas tienen grandes efectos" suele en cambio considerarse adecuada para describir fenómenos de azar, aunque también se aplica a la inestabilidad.) En los orígenes de la ciencia moderna se pensó que esta condición no sólo es ontológicamente plausible, sino hasta metodológicamente necesaria para la aplicación del cálculo diferencial a la descripción de los fenómenos naturales, tan característica de la ciencia moderna. En efecto, la más sencilla de las ecuaciones diferenciales utilizadas para expresar procesos naturales es $dy/dx = f(x)$; si la función $f(x)$ no es suficientemente continua, no será posible asegurar que la ecuación tenga una solución continua única. En otras

²² La compatibilidad entre causalidad y continuidad ha sido puesta en tela de juicio por Alfred Landé, "Continuity, a Key to Quantum Mechanics", *Philosophy of Science*, 20, 101 (1953).

palabras, si $f(x)$ no tiene cierta continuidad (por ejemplo continuidad seccional), el proceso cuya representación se atribuye a la solución $y(x)$ de la ecuación no puede transcurrir en forma *única* de un estado a otro y entonces no satisface una exigencia esencial de la causalidad, a saber, la univocidad. De modo que la continuidad y la univocidad están muy relacionadas.

Consecuencia de la hipótesis del carácter gradual de todo cambio —hipótesis tan claramente formulada por Leibniz²³— es que los productos del cambio, a su vez, forman una serie continua de entes intermedios. Esta consecuencia de la existencia de un *Plenum formarum* fue desde luego advertida por Leibniz, quien adoptó la vieja idea de la continuidad de las formas vivientes, continuidad que por cierto no confirman los hechos.

5.4.2. *Un argumento contra la continuidad de la causación*

Veamos el siguiente argumento contra la compatibilidad entre causación y continuidad: sólo podrá *inferirse* un nexo causal cuando en una sucesión de hechos

²³ Leibniz (1703), *Nouveaux essays*, Intr.: “Nada ocurre de repente, y tengo por una de mis máximas más importante y mejor verificadas que la naturaleza no da saltos. Le he dado el nombre de *ley de continuidad* cuando hablé de ella en la primera de las *Noticias de la República de las Letras* [1687], y la utilidad de esta ley en física es considerable: significa que el pasaje de lo pequeño a lo grande, y a la inversa, se produce siempre a través de lo intermedio, tanto en grados como en partes, y que un movimiento nunca surge inmediatamente del reposo, ni se reduce a él salvo mediante un movimiento menor, así como no podemos recorrer una línea o distancia dada sin haber recorrido antes otra menor... Pensar de otro modo es tener escasa noción de la composición inmensamente sutil de las cosas, que incluye siempre y en todas partes un infinito actual.”

aparezca en alguna parte una *interrupción* definida tal, que una parte de la sucesión pueda recibir el nombre de causa y el resto de ella el de efecto. Éste es, sin duda, un requisito para experimentar la “sensación” de causación, o sea para inferir que se trata de un proceso causal y no de una mera sucesión de hechos asociados o concomitantes. El argumento parece sólido si se considera la causación tan sólo como una categoría de la experiencia: en ese caso puede juzgarse que destruye el principio causal (que, como hemos visto, requiere continuidad) o bien la reducción empirista de la causación a asociación constante o a sucesión uniforme. Por cierto que ha sido empleado en este último sentido, y del siguiente modo²⁴: “El fundamento dinámico de la causalidad, ya sea subjetiva u objetiva, es la perturbación, la interrupción. Mientras una sucesión de cambios sea regular o armoniosa, no aparecerá la sensación de causación. Pero si se interrumpe una sucesión acostumbrada, dicha sensación se despierta instantáneamente. Por lo tanto, hay un pensamiento *asociativo*, un pensamiento de mera sucesión, y un pensamiento *causal*, que aparece cuando se interrumpe la sucesión.”

Este argumento es válido si no se asigna a la causación lugar alguno en la experiencia exterior, es decir, si se la considera tan sólo como una conexión entre sensaciones, pensamientos, etc. Pero si se estima que el nexo causal se produce ya sea que lo experimentemos o no y si se entiende que la experiencia en un momento dado ilumina tan sólo una parte de la realidad objetiva, el antedicho argumento no demuestra que la causalidad como tal implique la discontinuidad. Por cierto, podría

²⁴ Ruckhaber (1910), *Des daseins und Denkens: Mechanik und Metamechanik*, pág. 120.

suponerse (como Leibniz lo hizo en su teoría de las sensaciones imperceptibles) que el nexo empírico causa-efecto (es decir, el nexo que nos es dado advertir) puede resolverse en una línea causal objetivamente continua.

Empero, es verdad que el causalismo tiende a concentrar la atención sobre sucesos separados (aunque vinculados) más que sobre procesos; además tiende también a concentrarse en sucesos instantáneos, los cuales son desde luego nada más que una ficción conveniente que puede emplearse como primera y vaga aproximación a los sucesos reales. Esta contradicción entre el requisito de la continuidad, por una parte, y el hábito del pensamiento causal de concentrarse sobre sucesos separados, por la otra, debe encararse como una antinomia característica y como una inevitable limitación de la doctrina de la causalidad.

5.4.3. *Crítica de la hipótesis de la validez universal de la ley de continuidad*

No entraremos a discutir la ley de continuidad. Pero en cambio podemos presentar varias objeciones contra la creencia en su validez *universal*, o sea, contra la doctrina que Peirce²⁵ llamó sinequismo; entre dichas objeciones, las siguientes:

a) *Inestabilidad*. Los hechos más sencillos y más tratables del mundo real son los que se producen en condiciones de equilibrio estático o dinámico, o sea, de estabilidad: esta simplicidad es el principal motivo de que una parte tan grande de nuestras ciencias naturales y sociales se ocupen de tales hechos, a pesar de que la

²⁵ Peirce (1892), *Philosophical Writings*, caps. 25 y 26.

estabilidad siempre tiene un dominio limitado y de que los acontecimientos más interesantes son desviaciones de la estabilidad o transiciones de estados inestables a estables. En el caso de los últimos, es cierto que —siempre que se trate realmente de causas— “pequeñas causas tienen pequeños efectos”: esta regla hasta puede utilizarse para definir la estabilidad [véase figura 16 (a)]. Pero en el caso de los estados inestables lo que ocurre es justamente lo contrario: una pequeña perturbación puede conducir al sistema a un estado muy diferente y, más exactamente, a una multiplicidad de estados. Además, los estados que suceden a un esta-

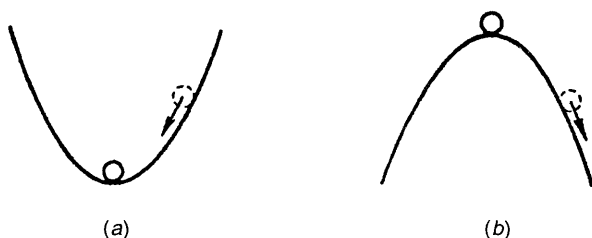


Fig. 16. (a) *Estabilidad*: luego de pequeños desplazamientos que la alejan de la posición de equilibrio (fondo), la esfera vuelve a ella: “Pequeñas causas producen pequeños efectos”. (b) *Inestabilidad*: pequeños desplazamientos originan grandes efectos: “Pequeñas causas producen grandes efectos”.

do de equilibrio inestable no son del todo determinados por la causa de su desviación del primer estado: la causa sólo *desencadena* un proceso que no domina por completo. Un fenómeno típico de esta clase es el que se representa en la figura 16 (b). Un ejemplo más complejo de inestabilidad es el cambio discontinuo (conocido como “efecto salto”) en la amplitud de las oscilaciones de un oscilador no lineal cuando la frecuencia de la

fuerza exterior alcanza cierto valor (fig. 17). La inestabilidad es, en suma, un factor de discontinuidad causal en la física clásica. En lo que se refiere a la teoría cuántica, según la interpretación usual, hay un tipo de discontinuidad al nivel atómico que surge precisamente de la existencia de estados estacionarios: las transiciones entre estados estacionarios (estables) son discontinuas; otro tipo de discontinuidad es la súbita reducción de los paquetes de ondas, hecho que según la interpretación ortodoxa se produce “cuando el observador toma nota de un resultado de medición”. Nada garantiza, empero, que esas discontinuidades no puedan reducirse en el futuro a procesos continuos rápidos²⁶.

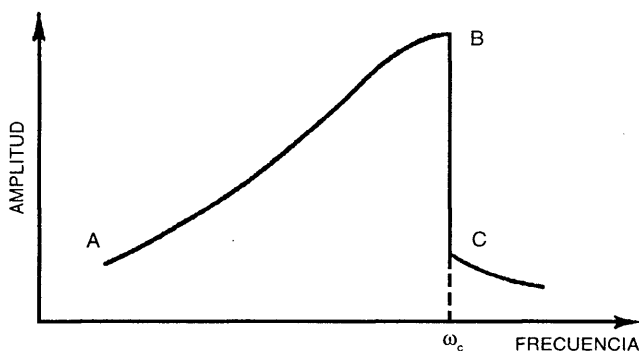


Fig. 17. “Efecto salto” en un oscilador no lineal. Cuando la frecuencia de la fuerza aplicada alcanza el valor crítico ω_c , la amplitud de la oscilación salta de B a C. [Según McLahlan (1951), *Theory of Vibrations*, Nueva York, Dover, pág. 56.]

²⁶ En Henry Margenau, *Physical Review*, 49, 240 (1936), puede verse una crítica del colapso repentino de las funciones de onda por efecto de la medición.

b) *Discontinuidades cuantitativas.* En algunas ocasiones, si la intensidad de la causa no es suficiente, su efecto lejos de ser en proporción escaso es exactamente nulo. Esto es característico de las situaciones donde intervienen umbrales o mínimos de energía. Si E , C y T denotan las intensidades del efecto, la causa y el umbral respectivamente, la relación causa-efecto puede en tales casos representarse en la forma $E = f(C - T)$, entendiéndose que $E = 0$ si $C < T$. Como ejemplo de este tipo de ley podemos mencionar la ley de todo o nada en la “descarga” de las neuronas: en este caso E representa la intensidad de la respuesta, y $C - T$ el exceso del estímulo C sobre el umbral T . Situaciones similares se producen en la vida cotidiana: recordemos el esfuerzo mínimo que se necesita para poner en marcha el motor de un automóvil, o para abrir una puerta. Esa “cuantificación” es aun más notable en el nivel atómico: baste recordar el umbral fotoeléctrico, por debajo del cual las células fotoeléctricas no reaccionan (véase fig. 18).

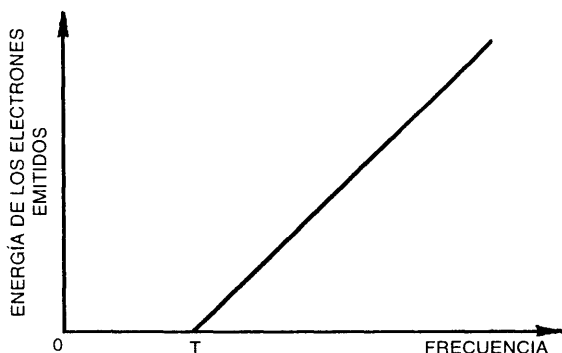


Fig. 18. La discontinuidad en el efecto fotoeléctrico: por debajo del umbral T de frecuencia, la luz incidente, por intensa que sea, es ineficaz.

Del mismo modo la percepción visual, que en primera aproximación parece un proceso continuo, no sólo tiene un umbral definido sino que está además compuesta de una serie discreta de sucesos: cada impresión visual perdura durante un intervalo de tiempo no nulo, y por ello los sucesos que ocurren entre una y otra no pueden ser registrados por el ojo, ocupado todavía con la impresión anterior, lo cual explica los fenómenos estroboscópicos.

Un ejemplo más sencillo de la discontinuidad cuantitativa aparece en procesos que pueden describirse mediante funciones del tipo $\tan x$, que en ciertos puntos críticos cambian de signo en forma abrupta, al pasar a través de un valor infinito (véase fig. 19). Como el efecto no es en este caso una función continua de la causa en todo el dominio de la variable, el principio de continuidad exigiría que nos abstuviéramos de utilizar la clase (infinita) de funciones de este tipo en las ciencias de la realidad, relegándolas a las etapas matemáticas intermedias. Es dudoso que todos los continuistas admitieran tal mutilación.

c) *Discontinuidades cualitativas*. Hay claros cualitativos entre las clases de coexistentes y se producen saltos cualitativos en los puntos críticos de los procesos (que por eso se llaman "críticos"). Como ejemplo elemental de estos últimos podemos mencionar la absorción de la luz: un cuanto de luz, al chocar con un átomo, puede ser absorbido por éste y de ese modo quedar aniquilado como cuanto (primer cambio cualitativo); y si su energía es mayor que la del potencial de ionización del átomo, éste emitirá un electrón (segundo cambio cualitativo).

Si hay discontinuidades cualitativas, saltos cualitativos en los procesos, no puede haber —hablando con propiedad— continuidad de formas o *plenum formarum*

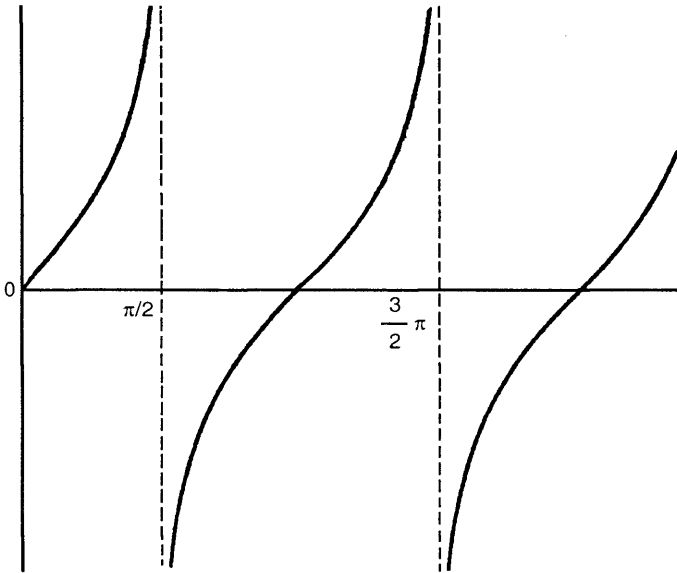


Fig. 19. La función $\operatorname{tg} x$. Un pequeño cambio en la causa, cerca de cualquiera de los puntos críticos, tendría efectos catastróficos.

alguno. Esto queda confirmado por el mero hecho de la posibilidad de clasificar los existentes materiales: si no hubiera diferencias cualitativas abruptas al menos en *algunos* aspectos, la mayor parte de las clasificaciones serían imposibles pues se fundan en diferencias cualitativas. En todas ellas juega un “principio de discontinuidad”, ya se trate de objetos matemáticos, ya de objetos físicos o biológicos²⁷. En todos los órdenes hay tipos

²⁷ D'Arcy Thompson (1942), *On Growth and Form*, 2a. ed., pág. 1094.

(aunque no necesariamente fijos); y tales tipos, por su misma existencia, refutan la hipótesis de la estricta continuidad de las formas, lo cual no invalida la hipótesis darwiniana según la cual las especies surgen de las variedades. (La existencia de casos ambiguos o marginales nada tiene que ver con esto: las aludidas excepciones no demuestran que la clasificación sea imposible, como se arguye muchas veces, sino que debe mejorarse.) La teoría de las pequeñas variaciones continuas e interminables tiene, pues, una validez limitada. Y no se puede alegar que los claros en las series de las formas tal vez constituyan los huecos producidos por la selección en un continuo primigenio; esto exigiría un infinito actual de seres en todos los órdenes, para los cuales faltaría la mínima de las condiciones necesarias: lugar. Por más que parezca paradójico, la evolución real es incompatible con la continuidad *estricta* en todos los aspectos, tanto como lo es con la emergencia discontinua de la novedad a partir de la nada.

5.4.4. *La continuidad: una hipótesis que tiene un campo de validez amplio pero limitado*

La hipótesis de la continuidad tiene, en suma —como cualquier otra ley conocida— un dominio de validez muy amplio pero limitado. Tanto en la naturaleza como en la sociedad, hay procesos que implican cambios cuantitativos y cualitativos que violan la continuidad requerida por la causalidad; además, como resultado de tales saltos, ocurre también la discontinuidad de los existentes.

Sin embargo, no se concluye de esto que esas discontinuidades sean en *todos* los aspectos finales o irreducibles: los saltos deben considerarse reales, pero no ne-

cesariamente absolutos, o sea, independientes de contextos y de niveles. Así, por ejemplo, sabemos ahora que los saltos cuánticos ya no tienen por qué ser tomados por transiciones instantáneas, sino que pueden considerarse (por lo menos según algunas interpretaciones de la mecánica cuántica) como movimientos continuos en el espacio y el tiempo. Del mismo modo, el proceso de evaporación de un líquido es en realidad discontinuo desde el punto de vista molecular, pues moléculas y hasta pequeñas gotas se evaporan una a una; pero esta atomicidad se pierde por completo al nivel molar, donde el proceso es continuo.

De modo parecido, la emergencia de nuevas cualidades o de haces enteros de éstas (como en la aparición de nuevas etapas de desarrollo) constituye ciertamente un salto en algunos respectos, pero no necesariamente en todos. La continuidad en algunos de ellos es compatible con la discontinuidad en otros, así como el cambio en unos es compatible con la permanencia en los demás. Las variables continuas no sustituyen sino que complementan a los números enteros. Además las nuevas cualidades no surgen de la nada, sino que resultan de un proceso (a menudo de pura variación cuantitativa) y, por añadidura, sobre un fondo continuo. Lo que constituye un salto en un nivel dado puede resultar fruto de un proceso continuo en algún otro nivel, y viceversa. Tanto la continuidad como la discontinuidad son rasgos prominentes del mundo; y no son externos el uno al otro, sino que surgen el uno del otro.

En resumen, la "ley" de continuidad, aunque no posea una validez ilimitada, es un instrumento de sumo valor en el análisis del devenir, sin excluir la explicación de las discontinuidades en otros niveles. La fe en la continuidad ayudó a Faraday a fundar la teoría del campo electromagnético; pero también le impidió infe-

rir la naturaleza atómica de la carga eléctrica, que estaba poco menos que a la vista en sus leyes de la electrólisis. La continuidad y la discontinuidad son categorías complementarias; el problema no es el de *reducir* la una a la otra, sino investigar si los procesos de índole continua en un nivel están formados de saltos en otro y, a la inversa, si los saltos se resuelven en procesos continuos a un nivel diferente. La consecuencia de todo esto para la causalidad es obvia: el mero hecho de que la hipótesis de la continuidad no sea universalmente válida impone una limitación al dominio de validez del principio causal.

5.5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Sólo la causación simple (a la cual puede reducirse la causación conjuntiva múltiple) responde a las formulaciones acostumbradas del principio causal, todas las cuales implican la univocidad del nexo causal. La causación múltiple disyuntiva brinda a menudo una imagen más adecuada del cambio, pero debido a su ambigüedad no es estrictamente causal; además, cuando el conjunto de determinantes es lo bastante complejo y cuando todos son aproximadamente de la misma importancia, la causación múltiple se convierte en determinación estadística.

La causación simple implica un aislamiento e individualización artificiales tanto de los factores como de las tendencias de la evolución: puede reflejar la corriente central, pero no el proceso en su totalidad. El aislamiento es una hipótesis simplificadora y no un hecho objetivo; es indispensable y hasta aproximadamente válida en muchos casos, pero nunca rigurosamente verdadera.

Una consecuencia del causalismo es la necesidad de elegir entre una Primera Causa incausada y la regresión infinita. La primera es una ficción teológica, y la segunda una ficción filosófica. La regresión causal infinita no tiene valor cognoscitivo, pues el conocimiento del presente se hace pender de todo un infinito pasado incógnito. Hay regresión pero no lineal, ni causal en particular. La emergencia de nuevos niveles —es decir, de discontinuidades cualitativas definidas— nos exime de remontarnos al más distante pasado histórico en cada caso. Las cadenas causales son válidas durante tramos limitados; su validez es destruida más tarde o más temprano por la ramificación, la convergencia o la discontinuidad. La continuidad es esencial para la causalidad; pero no más esencial para el universo que la discontinuidad, con la cual está íntimamente vinculada.

En resumen, la linealidad de las cadenas causales es una de las características de la causalidad que restringen su validez, mientras que por otra parte nos tienta con el paraíso de la simplicidad. Empero, ese carácter lineal de la causalidad no es completamente ficticio, sino que tiene validez en ciertos respectos y en sectores limitados. Las cadenas causales son, en síntesis, un tosco modelo del devenir real.

6. La unidireccionalidad de la causación

Hemos visto en (4.1) que los románticos criticaron la unidireccionalidad del nexo causal, por su contraste con la supuesta interdependencia universal. Ésta fue una contribución positiva de la crítica romántica de la causalidad; desgraciadamente, dicha crítica fue deslucida por su exageración y por la forma anticientífica, nebulosa y metafórica en que se la expuso y defendió. Trataremos de rescatar el núcleo inteligible y comprobable de la crítica romántica a la unidireccionalidad o asimetría del nexo causal. Pero también indicaremos las limitaciones de la categoría de la interacción, que en modo alguno puede considerarse como un sustituto de la categoría de la causación para todos los casos. O sea que señalaremos las limitaciones de la causalidad con respecto a la acción recíproca; pero también mostraremos que el funcionalismo, o interaccionismo, padece a su vez serias limitaciones.

6.1. LA CAUSALIDAD DESCUIDA LA RESPUESTA

6.1.1. *Asimetría de “actio” y “passio”: condición esencial de la causalidad*

El principio causal afirma una dependencia no sólo lineal sino también unilateral del efecto con respecto a

la causa: vale decir que sólo refleja la dirección Causa $\rightarrow$ Efecto: toma en cuenta la actividad, pero no la reactividad. Ello puede apreciarse claramente en esta precisa definición de la causación física¹: “Desde el punto de vista físico, la causalidad se introduce de la siguiente manera: supongamos que S es un sistema capaz de actuar sobre un segundo sistema, S' ; y consideremos una modificación dada del sistema S ; si la modificación de S' es definida por entero tanto en intensidad como en dirección por la modificación de S , entonces esta última recibe el nombre de ‘causa’ de la modificación de S' .”

La concepción de las causas como las únicas activas y productivas y de los efectos como sus consecuencias pasivas, tiene su correlato en la dicotomía peripatética de las sustancias en agentes y pacientes; su correlato lógico es a la vez la creencia de que la actividad de la razón se reduce a una extracción de conclusiones a partir de premisas, como si el examen crítico de los teoremas no pudiera indicar la necesidad de renovar los propios puntos de partida (axiomas). La unidireccionalidad atribuida al nexo causal es perfectamente compatible con la doctrina que identifica la causación con la sucesión unívoca y uniforme de estados, pues evidentemente un estado no puede reaccionar sobre otro anterior, que ya no existe. Pero hemos visto en otro lugar (cf. 3.3 y 3.4) que, si bien las series temporales regulares y determinadas en forma unívoca pueden ser causales, no tienen por qué serlo necesariamente; también señalamos que las causas no pueden definirse como es-

¹ Max Morand (1935), “Sur les fondements logiques de l’axiomatique physique”, *Comptes rendus du 2ème Congrès National des Sciences* (Bruselas, Académie Royale de Belgique), pág. 177.

tados, por cuanto el causalismo sólo afirma que cada estado es producido por una causa y también porque hay procesos cuyos estados sucesivos no son producidos por causa alguna.

Tal como se supone generalmente y, en particular, como lo concibe la doctrina de la causación eficiente, las causas naturales son siempre cambios (sucesos o procesos) que producen otros cambios. Y para este tipo de objetos la unidireccionalidad de la causación es a menudo inadecuada, aunque no siempre. Empecemos por dar algunos ejemplos de esa inadecuación.

6.1.2. *La acción recíproca en física*

La categoría de la acción recíproca, ahora universalmente aceptada en ciencia, era una completa novedad a fines del siglo XVIII; algunos filósofos del siglo siguiente, y aun del actual, llegaron hasta el punto de considerar la acción mutua como algo ridículo: así ocurrió, por ejemplo, con Schopenhauer. Sin embargo, la más simple de las teorías físicas fundamentales —la dinámica— tiene un principio básico que no sólo expresa la existencia de una reacción correspondiente a cada acción, sino que expresa hasta la igualdad cuantitativa de ambas (cf. 4.4.3). En este aspecto, como en otros, la ciencia ha precedido a la filosofía.

Suele considerarse la ley newtoniana de la gravedad como un ejemplo de causalidad y aun como el paradigma de ésta. Sin embargo la conexión entre dos masas gravitatorias es típicamente *no* causal, pues consiste en una interacción y no en una acción unilateral. En otras palabras, la ley newtoniana de la atracción universal,

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r_2},$$

no es una ley causal, pues en general no tiene sentido afirmar que la masa m_1 es la causa de la aceleración de m_2 , o viceversa. Todo cambio producido por m_1 sobre m_2 reacciona sobre m_1 , cuya acción consecutiva diferirá por tanto de sus características anteriores: la atracción gravitatoria es un cambio recíproco, no un proceso unidireccional. Sólo si una de las masas es mucho menor que la otra (por ejemplo en el caso de una piedra comparada con el globo terrestre), puede considerarse la masa mayor como *causa* de la aceleración de la menor y despreciarse, *desde el punto de vista cuantitativo*, la reacción del movimiento de esta última sobre el de la masa mayor. Por ello explicamos la caída al suelo de cuerpos proporcionados al tamaño del hombre como debida a la atracción del planeta, o sea, a una acción unilateral aunque el cuerpo que cae modifique a su vez el campo gravitatorio de la Tierra. A pesar de que en tales casos las diferencias cuantitativas (en las aceleraciones implicadas) sean despreciables, como cuestión de principio la situación no ha variado: en la teoría clásica de la gravitación no se trata de causación, sino de acción recíproca. (Y, en general, las fuerzas denotan uno de los dos lados de las interacciones y no direcciones realmente unidireccionales: cf. 6.1.3.)

Un ejemplo similar es el acoplamiento de cualquier cuerpo cargado con un campo eléctrico externo: la carga está rodeada por su propio campo, de modo que reacciona a través de éste sobre cualquier campo aplicado desde el exterior, y lo modifica. Si ocurre que el cuerpo en cuestión es un electrón que se mueve en un campo macroscópico externo —tal como el existente entre las

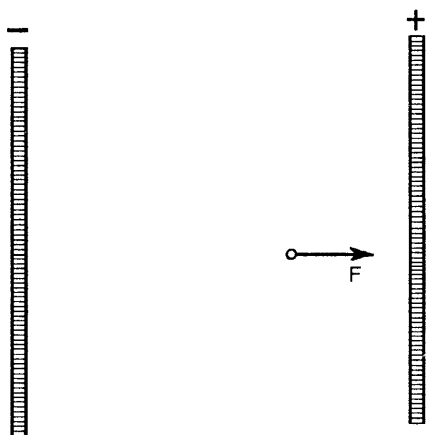


Fig. 20. *Aproximación causal*: un electrón es acelerado por el campo eléctrico existente entre las placas de un condensador; la reacción del campo del electrón sobre la causa (campo exterior) es cuantitativamente despreciable.

placas de un condensador—, la reacción del campo del electrón sobre el campo externo es cuantitativamente despreciable, y podemos describir este último como *la causa* que modifica el estado del movimiento del electrón (fig. 20). En suma, lo que hacemos es aplicar lo que puede llamarse la *aproximación causal*.

Generalmente, en la física clásica tanto como en la cuántica, somos capaces de resolver las ecuaciones del movimiento de una partícula en un campo de fuerza *externo*, en un campo que se supone conocido y que no se modifica apreciablemente por el movimiento de la partícula: podemos resolver problemas de interacción en la aproximación causal. En ciertos casos esto no implica error alguno; por ejemplo el problema dinámico de dos cuerpos interactuantes puede transformarse, mediante una elección adecuada del sistema de refe-

rencia (cambio del sistema de laboratorio al de centro de masa), en el problema causal ficticio de un solo cuerpo (también ficticio) que se mueve bajo la acción de una fuerza exterior: así un problema de interacción física se transforma en un problema causal ideal. Además, puede aplicarse la aproximación causal siempre que la interacción tenga lugar *por pares*: siempre que el total de la suma de las interacciones entre las diversas partes del sistema pueda describirse con ayuda de un juego de

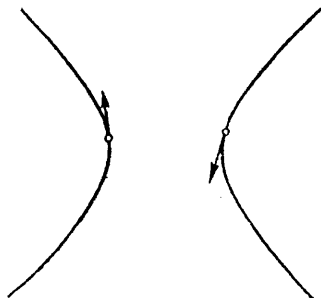


Fig. 21. Interacción irreducible. En la repulsión de dos electrones vecinos no puede inferirse ningún vínculo unidireccional causa-efecto.

funciones H_{ij} de las características relevantes de cada par de componentes (tales como la distancia mutua r_{ij} entre la i^a y la j^a moléculas de un cuerpo). En cambio, si el sistema está formado de partículas cargadas polarizables, no regirá el principio de la descomposición en pares de la interacción: en tales casos, los vínculos unilaterales causa-efecto serán idealizaciones inadecuadas de la red real de acciones recíprocas. El problema general de averiguar el movimiento de dos o más partículas que interactúan a través de sus campos con fuerzas no centrales, no puede resolverse exactamente: la acción

recíproca irreducible es un hueso más duro de roer que la causación. Por ejemplo en el caso de dos electrones vecinos, cada uno de los cuales se mueve en el campo del otro (véase fig. 21), no hay campo externo, ni lo hay común a ambas partículas cuyas variaciones sean independientes de las vicisitudes del electrón: las ecuaciones mecánica y electromagnética están tan íntimamente acopladas, en correspondencia con el carácter simétrico de la interacción, que la aproximación causal no es válida en este caso.

6.1.3. *La fuerza como uno de los polos de la interacción*

Tal vez sea éste el lugar para señalar que la dinámica de las partículas (aunque no la mecánica en su conjunto) trata de las fuerzas como si fueran *externas* a los cuerpos sobre los cuales actúan; más exactamente, la dinámica de las partículas sólo trata de las causas exteriores de apartamiento del movimiento inercial. Pero esto no tiene el significado *ontológico* que suele atribuírsele: no significa que la mecánica niegue el automovimiento (cf. 4.4.2). Tiene tan sólo un valor *metodológico*; pues, en cuanto ampliamos el sistema en cuestión de modo que incluya los cuerpos que producen la fuerza de que se trata, obteniendo así un sistema libre, comprendemos que *in re* nos vemos ante un cuadro de acciones recíprocas entre diferentes porciones de materia y no de fuerzas que actúan *ab extrinseco* sobre una porción dada. Este punto fue brillantemente aclarado por Maxwell²: “La acción recíproca entre dos porciones de materia recibe distintos nombres según el aspecto bajo el cual se estudie, y dicho aspecto depende

² Maxwell (1877), *Matter and Motion*, págs. 26-27. Cf. también Hertz (1894), *The Principles of Mechanics*, págs. 184-185.

de la extensión del sistema material que constituye el objeto de nuestra atención. Si tomamos en cuenta la integridad del fenómeno de la acción entre las dos porciones de materia, lo llamamos Tensión, pero si limitamos nuestra atención a una de las porciones de materia, diríamos que vemos sólo un aspecto de la transacción —el que afecta a la porción de materia que estamos considerando— y damos a ese aspecto del fenómeno, con referencia a su efecto, el nombre de Fuerza Exterior actuante sobre esa porción de materia. El otro aspecto de la tensión recibe el nombre de Reacción sobre la otra porción de materia.”

La acción y la reacción físicas son, pues, dos aspectos de un mismo fenómeno de acción recíproca. Pero para investigar los fenómenos con el aparato conceptual de que se dispone, resulta a menudo conveniente enfocar un aspecto por vez: y con ello la causación es artificialmente exaltada a expensas de la causación recíproca, como lo han observado repetidas veces los dialécticos³. El hecho de que los casos más tratables sean aquellos en que la aproximación causal es válida, nos hace olvidar que tales casos son excepcionales; la realidad es, en su conjunto, escasamente causal, o unidireccional y lineal en grado mucho menor de lo que han supuesto la mayoría de los filósofos de la causación. Si se prefiere, la realidad constituye una estructura causal más rica que la imaginada por la teoría de la causalidad.

6.1.4. *Causalidad y retroacción*

La inadecuación de la causación asimétrica, por oposición a la causación recíproca, se experimenta agudamente en la tecnología contemporánea, donde el con-

³ Cf. Engels (1872, 1882), *Dialectics of Nature*, pág. 174.

cepto de retroacción —o mejor dicho, su empleo consciente— se ha convertido en algo indispensable, por lo menos en el dominio del *control*. Como se sabe, en los dispositivos dotados de retroacción o *feed-back* —tales como los sistemas automáticos de calefacción— parte de la salida (efecto) del sistema es enviada a un instrumento de control y luego reintroducida, como “señal” de

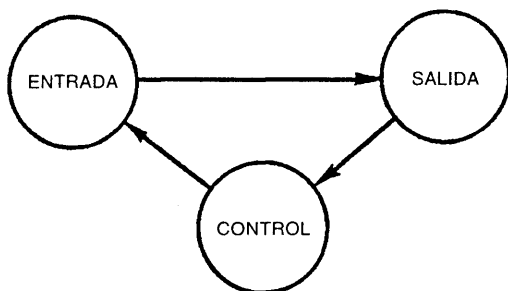


Fig. 22. Ciclo de retroacción o *feed-back*.

corrección, en la fuerza motriz o fuente de energía (causa), lo cual modifica la salida (véase fig. 22).

Uno de los dispositivos más antiguos de control automático es el “regulador” (véase fig. 23) inventado por Watt (1788). Cuando la máquina funciona a excesiva velocidad, las esferas *E* se mueven hacia afuera y al hacerlo tienden a cerrar la salida del vapor, lo cual reduce la velocidad de la máquina. Y cuando ésta funciona con demasiada lentitud, las esferas tienden a abrir la salida. Una máquina dotada de regulador, o de algún dispositivo automático de control equivalente, es un sistema autorregulado, en el cual una pequeña parte de la energía de entrada se utiliza para compensar cambios inconvenientes en su funcionamiento (por ejemplo las variaciones fortuitas en el ambiente).

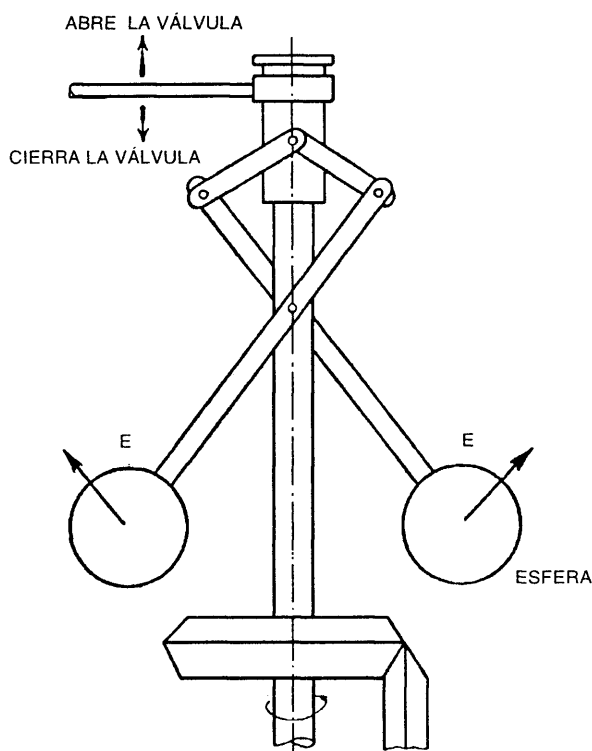


Fig. 23. "Regulador" a esferas de Watt: ejemplo del ciclo causal.

El proceso que tiene lugar en las máquinas automáticas ha recibido el nombre de *ciclo causal*, para distinguirlo de las series causales lineales y unilaterales⁴.

⁴ Los mecanismos dotados de retroacción también han recibido, aunque parezca extraño, la denominación de "teleológicos" y hasta de "intencionales", como si la proposición legítima "el comportamiento

Esta designación es correcta, pues en los mecanismos dotados de dispositivos de autocorrección la causa (entrada) y el efecto (salida) mantienen una relación de causalidad recíproca y no unidireccional: los determinantes del sistema constituyen un ciclo de factores interdependientes, y esto es lo que lo convierte en un sistema autorregulado. Desde luego que la retroacción puede analizarse en un conjunto de etapas causales asimétricas; pero el proceso en su totalidad está dominado por la categoría de la interacción: la red causal no es ella misma causal. Aquí la posibilidad del análisis no implica reducción y la explicación del mecanismo de emergencia no anula la emergencia como tal.

6.1.5. *La interacción en el terreno social*

El hecho de que la causación constituya a menudo una aproximación unilateral a la interacción es bastante evidente en biología, y más aún en el estudio de la sociedad. Veamos por ejemplo las ideologías político-sociales: se desarrollan en un ambiente social y cultural dado, son eficaces sólo en la medida en que se adaptan a la estructura social existente o bien a los movimientos sociales empeñados en tratar de modificarla; pero además de ser hijas de situaciones sociales objetivas, las ideologías pueden reaccionar sobre el sistema de relaciones sociales en cuyo medio se desarrollan, y cooperar a la conservación o a la modificación de las propias condiciones que suscitaron su emergencia. (Los cibernetas ortodoxos tratarían de expresar esto

intencional implica retroacción negativa" pudiera invertirse en la siguiente forma: "La retroacción negativa implica intencionalidad". Cf. Arturo Rosenblueth, Norbert Wiener y Julian Bigelow, "Behaviour, Purpose and Theology", *Philosophy of Science*, 10, 18 (1943).

en términos tecnológicos y dirían que las ideologías conservadoras son meros ejemplos de retroacción positiva, por cuanto tienden a acentuar la causa, mientras las ideologías revolucionarias son casos de retroacción negativa, pues en ellas el efecto tiende a oponerse a la causa⁵.)

A pesar del hecho casi obvio de que los diversos aspectos de la vida social actúan unos sobre otros, la mayor parte de las teorías sociológicas y de las metahistorias afirman la acción, en un solo sentido, de uno de los factores sobre los demás. Baste recordar las siguientes doctrinas: el determinismo geográfico, el racial, el idealismo histórico y el determinismo económico. Ahora bien, la mayoría de los sociólogos estarían dispuestos a admitir que la interacción y no la causación es la categoría predominante de determinación en el terreno social. Sin embargo, excepto los funcionalistas, nadie considera la sociedad como un cúmulo de acciones recíprocas que obran todas en *un mismo pie de igualdad*. Se reconoce generalmente que las diversas funciones sociales dependen, *en última instancia*, del trabajo, la producción material, la economía, así como las más elevadas funciones del organismo dependen *en última instancia* de la provisión de alimento, oxígeno y calor, por mucho que ésta pueda ser a su vez afectada (y en particular, regulada) por las funciones superiores. En cualquiera de los dos casos, la dependencia con respecto a la base material es en última instancia unilateral en la *mayoría* de los casos *importantes*; pero en ciertos puntos decisivos la dirección del proceso puede invertirse y la dependencia rara vez es directa, a menos que los

⁵ Una crítica de las metáforas de la cibernética puede verse en Mario Bunge, "Do Computers Think?", *British Journal for the Philosophy of Science*, 7, 139 y 212 (1956).

niveles sean contiguos (como sucede, por ejemplo, con los niveles económico y social). Además, la dependencia no es estrictamente causal, pues como en ella interviene una multitud de categorías de determinación, adopta un aspecto causal si se pasa por alto el mecanismo interno. Una vez más la causación pura es un rasgo del análisis superficial más que la pauta típica del cambio.

6.1.6. *La interacción en la teoría del conocimiento*

Entre las teorías causales típicas se cuentan las concepciones naturalista y sociologista del conocimiento, según las cuales *todo* conocimiento humano es sólo un *reflejo* del ambiente natural o social humano en la mente del hombre, de modo que ningún sector del conocimiento organizado puede desarrollarse —por lo menos en ciertos respectos— de acuerdo con su “lógica” interna peculiar: según esas teorías, la naturaleza o la sociedad son la causa del conocimiento y este último es un efecto pasivo. En particular, muchos sociólogos del conocimiento —se den o no a sí mismos el nombre de marxistas— tienden a considerar todos los productos de la actividad espiritual, sin excluir la lógica formal, como si se tratara de meros reflejos de las relaciones de la producción material y como si la operación con sentimientos e ideas no tuviera sus propias leyes.

Para la tendencia materialista del empirismo, el mundo exterior se refleja simplemente en el mundo interior de las sensaciones; el segundo no hace más que reflejar al primero sin añadir nada propio, salvo la eventual deformación de la imagen. (Para el empirismo subjetivista, en cambio, las cosas *son* experiencias, de modo que no hay división entre el mundo interior y el exterior —o, si se prefiere, todo forma parte del mundo

interior— y en consecuencia no se suscita problema alguno respecto de la adaptación del uno al otro. Cuando mucho, lo que puede surgir en esta teoría es la cuestión de la coherencia interna entre los estratos perceptual y conceptual. Mach, por ejemplo, habla de la progresiva “adaptación del pensamiento al hecho” y hasta de la copia [*Nachbildung*] del hecho en el pensamiento; pero sus “hechos” no son sino sensaciones y, en general, experiencias, de modo que la adaptación es asunto de coherencia *interna* entre dos capas del conocimiento, la sensible y la conceptual⁶.) La variedad de empirismo que admite la existencia autónoma del mundo exterior sostiene generalmente que el hombre sólo puede *reflejar*, de modo pasivo, una realidad que le es dada y que él “aprehende”, lo mismo que cuando levantamos una moneda caída en el suelo; la mente humana sólo puede combinar elementos prefabricados que le suministran los sentidos y es incapaz de crear objetos nuevos, ideales (por ejemplo, los matemáticos o filosóficos) que carezcan de sus réplicas empíricas. Las ideas son, pues, productos o rememoraciones de impresiones anteriores (incluidas las que suministra el vago “sentido interno” que Locke y Hume emplearon como entrada de emergencia allí donde no podía encontrarse la réplica empírica de alguna idea). Todas las ideas, en resumen, proceden de los sentidos; y sólo sus combinaciones o, mejor dicho, sus yuxtaposiciones pueden producir algo diferente de lo que se experimenta. La relación sujeto-objeto se reduce así, en esta rama del empirismo, a un caso de la dicotomía aristotélica de paciente y agente.

⁶ Mach (1883), *The Science of Mechanics*, pág. 580: “Las sensaciones no son signos de las cosas sino que, por el contrario, una cosa es un símbolo mental [*Gedankensymbol*] de una sensación compuesta [*Empfindungscomplex*] de relativa fijeza.”

Este ejemplo de teoría causal del conocimiento revela, a nuestro entender, cuán íntimamente vinculadas están la gnoseología y la ontología y cómo las hipótesis ontológicas generales, del tipo de la ley de causación, pueden favorecer o estorbar la solución de los problemas gnoseológicos. La doctrina de la causación ha contribuido, en efecto, a estructurar tanto el idealismo objetivo como la teoría gnoseológica del reflejo. Y, recíprocamente, la comprensión de que en la vasta mayoría de los casos no existen los caminos de una sola mano —debido principalmente al mayor o menor alcance de la actividad autónoma en todo existente material— sugiere que tampoco existen caminos de una sola mano hacia el conocimiento o desde éste.

En los últimos tiempos se ha discutido desde diversos puntos de vista la cuestión de la relación de las ideas con la estructura específica de la sociedad donde éstas surgen y se difunden (o sucumben). Dicha cuestión tiene por lo menos dos aspectos: el psicológico y el sociológico. El problema psicológico (o mejor dicho, psicociológico) se refiere a la forma en que ciertas ideas son sugeridas por la organización social dominante y por las características de la producción material; el otro aspecto del problema —al que a veces se da el nombre de pragmática— es la reacción o la indiferencia de una organización social dada ante determinada idea: éste quizá sea el tema central de la sociología del conocimiento. Aunque el enfoque sistemático de este último problema es muy reciente, uno de sus resultados ya es cosa segura, a saber, que *algunas* de las ideas generales acerca de la constitución del mundo y de la naturaleza de las divinidades están inspiradas en la organización social existente; por ejemplo, las teologías mesopotámica y mexicana primitivas estaban organizadas según la imagen de la democracia primitiva pecu-

liar a las primeras ciudades-Estados. Pero no es posible esperar un reflejo *preciso* o una adecuación *exacta* de las ideas a los hechos sociales. Debe admitirse que las ideas son producto de un proceso activo que extrae mucha materia *prima* del mundo exterior; pero la idea-ción tiene sus propias leyes, que en el nivel lógico no son ni físicas ni fisiológicas ni psicológicas ni sociales; y para más, las ideas, cuando se encarnan en la gente, suelen reaccionar sobre el propio suelo que las nutre. De todas las ideas producidas durante un cierto período por un grupo social dado, éste sólo adopta algunas, o tal vez ninguna: esto debe bastar para demostrar que el supuesto "reflejo" padece por lo menos de una gran deformación.

En el dominio del conocimiento, no se trata de la influencia unidireccional del ambiente sobre el sujeto cognoscente, sino de un proceso de interacción e integración. El conocimiento de los hechos, por oposición al formal, que no se ocupa en forma directa de objetos materiales —salvo en sentido psicológico— es verdadero en la medida en que está coordinado con el mundo exterior⁷. Pero la adecuación (o mejor dicho la *repro-*

⁷ De acuerdo con la teoría materialista del conocimiento, el conocimiento objetivo es *verdadero* en la medida en que *refleja* la parte del mundo exterior (natural o social) a la cual se refiere. Evidentemente, este mismo criterio de verdad no puede aplicarse a los objetos abstractos (ideales) tales como los de la lógica, la matemática y la filosofía, pese a las afirmaciones de los materialistas vulgares. La palabra 'reflejo', según se emplea en la teoría materialista del conocimiento, sólo debe significar que la existencia del mundo es anterior en el tiempo a la existencia de las ideas en el mundo. Pero como nombre es decididamente inadecuada, pues sugiere la noción lockeana de que el conocimiento es un reflejo pasivo, una impresión del ambiente sobre una pizarra anteriormente en blanco. Es preferible emplear en lugar de 'reflejo' la palabra 'reproducción', pues constituye un proceso creador con sus leyes propias.

ducción fiel que suele llamarse metafóricamente “reflejo”) es todo menos una impresión sobre una *tabula rasa*: es por el contrario el resultado de una actividad peculiar del conocedor, de un proceso de creación en el cual el sujeto se pone él mismo en acción recíproca con su medio ambiente natural y artificial.

6.1.7. *La relación de la categoría de causación con la de interacción*

En esencia, son tres las concepciones propuestas con respecto a la relación de la acción recíproca con la causación: la primera es la que coloca a ambas categorías en un pie de igualdad; la segunda es la subsunción de la interacción bajo la causación; y la tercera es su recíproca, o sea, la subsunción de la causación bajo la interacción. La primera fue sostenida por Kant, la segunda por Russell (1948) y la tercera por Hegel. No nos detendremos en la concepción según la cual la interacción es sólo un embrollo de líneas causales⁸ y por lo tanto la causación es la categoría primaria, dado que esta tesis causalista fue examinada al principio de este capítulo.

Teniendo ante sí la victoriosa teoría de la gravitación universal, capaz de explicarlo todo y que brindaba por último una base científica para la vieja doctrina de la interdependencia universal, Kant comprendió que la causación no agota la determinación: por ello incluyó la acción recíproca (bajo los nombres de *Geminschaft*, comunidad, y *Wechselwirkung*, acción recíproca) en su tabla de categorías⁹, si bien retuvo las nociones escolásticas de agente y paciente. La acción recíproca fue

⁸ Cf. Russell (1948), *Human Knowledge: Its Scope and Limits*, pág. 500.

⁹ Kant (1781, 1787), *Kritik der reinen Vernunft (B)*, pág. 106.

también una de las “analogías de la experiencia” de la filosofía kantiana, paralela a la causación y restringida a la acción recíproca instantánea entre existentes¹⁰, con un espíritu muy similar al que animó a la Stoa a postular la simpatía universal al propio tiempo que las cadenas causales. Además la acción recíproca era para Kant la ley fundamental de la coexistencia, que brindaba una imagen interconectada del mundo en un momento dado, tal como la causalidad suministraba —válganos el anacronismo— una película cinematográfica del universo. Como es notorio, las interconexiones instantáneas están ahora fuera de moda, por más que no se las excluya enteramente como posibilidad; lo que nos interesa ahora no es empero el inevitable envejecimiento de la ontología de Kant, sino el hecho de que éste pusiera el principio de causación y el de acción recíproca *uno al lado del otro*, como axiomas mutuamente independientes —cosa que, de paso, ejemplifica la característica petrificación kantiana de las diferencias.

En cambio Hegel sostuvo que la causación, lejos de ser exterior a la interacción, no es sino un caso particular suyo: describió la acción recíproca como *gegenseitige Kausalität* (causación recíproca) y además consideró la interacción como una etapa de un proceso¹¹. Según Hegel, pues, la causa y el efecto no son sino los dos polos de la categoría de la interacción, que “realiza la relación causal en su completo desarrollo¹²”. Por otra parte en el sistema hegeliano del idealismo objetivo, la categoría de la interacción goza de una condición ontológi-

¹⁰ Kant, op. cit., (B), pág. 256.

¹¹ Hegel (1812, 1816), *Science of Logic*, vol II, págs. 203 y sigs.

¹² Hegel (1817), *Enciclopedia de las ciencias filosóficas*, *Lógica*, secc. 156.

ca, mientras que Kant la había tratado junto con las restantes categorías como un elemento puramente gnoseológico y hasta como anterior a la experiencia.

Los discípulos materialistas de Hegel conservaron y desarrollaron su doctrina de la categoría de la interacción, sosteniendo que la conexión causa-efecto no debe concebirse como una antítesis irreconciliable sino como un estadio (o *momento*, en la jerga hegeliana) de una conexión cambiante y multilateral: la causa y el efecto “se confunden cuando contemplamos esa acción y reacción universal en que las causas y los efectos cambian eternamente sus lugares, de modo que lo que es efecto aquí y ahora será causa allí y luego, y viceversa¹³”. Aunque Marx y Engels consideraban la causación como “una vacua abstracción” y sostenían que la interacción es la categoría dominante, no rechazaron por completo la noción de nexo causal sino que reconocieron su acción en puntos excepcionales, “durante las crisis¹⁴”.

Hay entre los dialécticos una neta tendencia a subsumir la causación bajo la acción recíproca; empero, ni Hegel ni sus discípulos materialistas cayeron en el funcionalismo al elaborar teorías especiales: en la práctica, aunque no siempre en la teoría filosófica, no *reemplazaron* la causación por la acción recíproca sino que reconocieron y aun subrayaron la existencia de factores o agentes primarios decisivos, tales como el espíritu en el sistema de Hegel y la materia en las teorías de sus sucesores materialistas, desde Feuerbach hasta los materialistas dialécticos. Examinemos más detenidamen-

¹³ Engels (1878), *Anti Dühring*, pág. 36. Cf. también “Carta a Mehring”, 14 de julio de 1893, en Marx y Engels, *Correspondence*, págs. 512 y 517.

¹⁴ Cf. Engels, “Carta a C. Schmidt”, 27 de octubre de 1890, en Marx y Engels, *Correspondence*, págs. 477 y sigs.

te el funcionalismo, del cual hemos hecho una crítica preliminar en 4.1 y siguientes.

6.1.8. *Exageraciones del interaccionismo*

Convengamos en llamar interaccionismo, o funcionalismo, a la concepción según la cual causas y efectos deben considerarse en un pie de igualdad, en forma simétrica, excluyendo tanto los aspectos predominantes como las conexiones decididamente genéticas y por tanto irreversibles. Aunque esta concepción es legítima en muchos casos (especialmente en dinámica) carece de validez general, y su universalización puede considerarse como una precipitada extrapolación del principio mecánico de la igualdad de acción y reacción. Es verdad que el interaccionismo brinda una fiel versión de los hechos en casos simples como el de la interacción gravitatoria estática, en el que fracasa terminantemente la unilateral interpretación causalista (cf. 6.1.2). Pero el interaccionismo fracasa a su vez como teoría universal, aunque más no sea por la simple razón de que los objetos materiales se hallan en estado de flujo, de modo que por lo general la acción tiene sobre la reacción la terminante “ventaja” —para usar una frase antropomórfica— de la precedencia en el tiempo.

El reemplazo sistemático de las conexiones genéticas por la interdependencia funcional (en la cual los factores interactuantes se consideran como aspectos equivalentes de una y la misma cosa) puede conducir a un embrollo, según cabe apreciarse en la mayoría de las teorías mesónicas de las fuerzas nucleares. Estas teorías procuran, entre otras cosas, explicar la transformación de algunas partículas en otras de diferente especie, como por ejemplo la conversión de piones π en miones μ con la emisión de neutrinos ν de acuerdo con

el esquema $\pi \rightarrow \mu + \nu$. En este caso, la partícula madre (π) es inestable: se desintegra espontáneamente (es decir, sin ninguna causa exterior conocida, pero presumiblemente como resultado de un proceso interno) tras una duración de aproximadamente 2/100 de microsegundo. Éste es un proceso irreversible, típicamente genético, y lo más alejado de una interacción; a pesar de esto las teorías mesónicas suelen tratar este proceso como si fuera una acción recíproca entre coexistentes. Con más exactitud, la relación madre-hijo que existe entre el pión y su descendiente se describe como una interacción que provoca esa misma transición, pese a que el producto aún no ha nacido¹⁵.

Si se lleva el funcionalismo lo bastante lejos, hasta puede conducir a una interpretación teleológica de la realidad física. Por cierto que si —como suele hacerse— sólo se emplean en electrodinámica fuerzas ordinarias (retardadas), se infringe en cierto sentido la ley mecánica de acción y reacción. En efecto: la acción de la carga 1 sobre la carga 2 es seguida por la reacción de la carga 2 sobre la carga 1, que ya ha pasado a un estado diferente, pues 1 habrá cambiado durante el intervalo de tiempo entre la acción y la reacción; por este motivo la reacción no será igual a la acción. Pero la cadena de acción y reacción puede completarse, para satisfacer al funcionalismo, si se introducen fuerzas avanzadas junto con las retardadas¹⁶. Tales fuerzas avanzadas se

¹⁵ Para agravar el asunto, esta supuesta “interacción” se trata como una pequeña perturbación de los productos de desintegración de la partícula madre, que ya no existe más. La fe en el cálculo por el cálculo mismo está tan arraigada que algunos se preguntan por qué estas teorías no dan resultado.

¹⁶ J. A. Wheeler y R. P. Feynman, “Classical Electrodynamics in Terms of Direct Interparticle Action”, *Reviews of Modern Physics*, 21, 425 (1949).

comportan de manera “premonitoria”; además, representan la acción sobre el presente de un futuro aún nonato. Para evitar el retroceso a una ciencia medieval, teleológica —retroceso que, obvio es decirlo, ningún experimento nos impone— tenemos que abandonar la concepción funcionalista de la completa intercambiabilidad de causa y efecto. Debemos repudiar, en síntesis, la noción típicamente romántica de que su distinción es superflua¹⁷ o carente de sentido¹⁸, a menos que estemos dispuestos a caer en el estado de aquel hombre que al recordar su entierro se consolaba con la esperanza de su nacimiento.

Pero allí donde el interaccionismo puede ser más desorientador, y lo ha sido en efecto, es en el terreno de las ciencias sociales, particularmente en la sociología de la cultura. Aquí encontramos nuevamente la consoladora teoría funcionalista según la cual carece de sentido buscar determinantes últimos o a la larga, cuando todo se resuelve en una red de interacciones. Baste recordar las vacilaciones de los materialistas franceses del siglo XVIII, quienes no podían decidir si las ideas nada significan comparadas con el medio que les da el ser, o si el medio social es producto de la opinión.

6.1.9. *¿Exige la dialéctica la subsunción de la causación bajo la interacción?*

La cómoda y nada comprometedora doctrina del interaccionismo, tan a menudo aclamada como dialéctica,

¹⁷ Mach (1905), *Erkenntnis und Irrtum*, cap. XVI.

¹⁸ Wheeler y Feynman, op. cit., pág. 428. Una crítica de las ideas teleológicas en la electrodinámica cuántica puede hallarse en Mario Bunge, “The Philosophy of the Space-Time Approach to the Quantum Theory”, *Methodos*, 7, 295 (1955).

no puede ser menos confusa y estéril que aquella otra concepción que considera toda determinación como resultado de la acción unilateral de un agente sobre un paciente. Desde luego, es importante descubrir las acciones mutuas entre los componentes de un sistema, para explicar la reactividad tanto como la actividad; pero el descubrimiento de interacciones no tiene por qué *agotar* siempre el problema de la determinación, a menos que esté en juego una extrema simetría. También es importante comprender que:

I) *No toda interacción es dialéctica*, salvo que se decida dar este nombre a *todo* tipo de cambio, sea o no cualitativo, lo cual quitaría toda eficacia a la palabra 'dialéctica'. No toda interacción produce un cambio cualitativo; sólo el tipo de interacción "interpenetrante", caracterizado por las modificaciones *cualitativas* recíprocamente determinadas en sistemas *heterogéneos* interactuantes, puede recibir la denominación de dialéctico¹⁹, y de ahí que la dialéctica no pueda considerarse como una teoría que agote el problema del cambio.

II) El juego de un *gran* número de entidades, sean o no similares entre sí, puede dar lugar a un sistema con cualidades propias que no caracterizan a sus componentes individuales. Esto puede ocurrir haya o no haya interacción directa entre dichos componentes. El crecimiento de los astros por el agregado de pequeñas partículas, producido por la interacción gravitatoria, es un ejemplo del primer tipo de emergencia de totalidades; mientras que el agregado estadístico de una gran cantidad de moléculas libres o casi libres que constituyen

¹⁹ La tesis contraria ha sido sostenida por Edward G. Ballard, "On the Nature and Use of Dialectic", *Philosophy of Science*, 22, 205 (1955).

una masa gaseosa brinda un ejemplo de la formación de totalidades en *ausencia* de interacciones significativas de las partes: en este caso es el juego dentro de un ambiente común, y no la acción recíproca, lo que determina el nuevo nivel (molar) de cualidades que emerge del microscopio.

III) Se producen cambios decisivos no sólo como resultado de la “interpenetración” de entidades heterogéneas y como consecuencia de la interacción o el juego de numerosas entidades homogéneas: también pueden producirse cambios cualitativos mediante el *predominio* neto de uno de los determinantes en juego, aunque tal predominio no sea constante sino que se concrete a largo plazo, pese a inversiones relativamente esporádicas del vínculo de dependencia.

En suma, la interacción no es un sustituto universal de la causación, ni la causación puede ocupar el lugar de la acción recíproca; la relación entre ellas debe investigarse en cada caso particular, en lugar de decidir de una vez por todas que uno de esos niveles de determinación es el fundamental.

6.2. LA CAUSALIDAD IMPLICA LA SUPERPOSICIÓN DE CAUSAS

6.2.1. *Carácter aditivo de las causas: su necesidad para el causalismo*

La omisión de la interacción y el aislamiento o singularización que caracterizan a las cadenas causales, dan origen a la hipótesis del carácter “aditivo” de las causas y efectos. La hipótesis de la adición o superposición de causas sostiene que los factores que componen un efecto actúan *independientemente* unos de otros; o

sea, que por más que actúen en conjunto se comportan como un agregado y no como una combinación, síntesis o totalidad dotada de cualidades propias, las cuales no estaban en los componentes separados. De acuerdo con el causalismo, sea o no el de tipo mecanicista, las causas pueden muy bien sumarse o restarse, como cuando se aplican a un cuerpo dos fuerzas en sentido opuesto; y pueden interferirse en forma constructiva o destructiva, como en el caso de las ondas. Pero la asociación de las causas no constituye en sí misma una novedad: en general, esa conjunción sólo produce un cambio cuantitativo, un aumento o disminución de ciertos efectos, pero no la emergencia de nuevas propiedades: esta última es la hipótesis del carácter aditivo de las causas.

El carácter aditivo de la causación está incluido en la noción misma del *análisis causal* de una situación dada. En realidad, tal análisis consiste en la descomposición de un determinante complejo en una suma de causas, o en la división de un resultado en las contribuciones separadas de los componentes o aspectos individuales de un sistema o proceso. (El siglo XVII llamó a esto el análisis de la "idea" dada en "ideas simples"²⁰.) El análisis causal es análogo al análisis mecánico, pero no idéntico a él: el primero descompone los determinantes en causas y el segundo descompone las cosas en unidades mecánicas, tales como máquinas simples.

El hecho de que la hipótesis de la independencia o superposición de causas y efectos es vital para la causalidad, puede apreciarse no sólo en que se sigue lógicamente de la aislabilidad de las líneas causales (cf. 5.2), y de la omisión de la acción recíproca (cf. 6.1), sino

²⁰ Cf. Enriques (1941), *Causalité et déterminisme dans la philosophie et l'histoire des sciences*, págs. 17-18

también en la circunstancia de que la acción conjunta no aditiva de diferentes causas —o sea, la producción de síntesis o totalidades “causales”— bien podría rematar en entidades no causales. La síntesis o integración de factores causales es cada día más ampliamente reconocida. Como ejemplo en boga podemos citar la percepción o el reconocimiento de universales perceptuales, como la forma cuadrada o la dulzura: la pertinente configuración externa, o *gestalt*, de las entidades perceptibles parece percibirse como una totalidad integrada y no como un agregado o suma de percepciones elementales. Empero, la composición no aditiva de causas no es propiedad exclusiva de los niveles superiores, por más que parezca en ellas más notable —o por lo menos más claramente discernible— que en los niveles inorgánicos. Como veremos en lo que sigue, el tipo llamado “orgánico” de conexión se da en física; y la formación no integradora —pero asimismo no causal— de totalidades, a partir de grandes números de entidades casi independientes, es típica de la determinación estadística. En uno u otro caso el resultado, o efecto, es cualitativamente diferente de los componentes.

6.2.2. *La no linealidad como ejemplo de conexión no aditiva*

En todos los sectores de la realidad material pueden encontrarse conexiones “orgánicas” o mutuamente integradoras. Este hecho ha sido alegado en apoyo de ontologías organicistas y de gnoseologías intuicionistas: sin embargo, es patrimonio común de todas las ontologías que no se circunscriben al determinismo causal, o al reduccionismo mecanicista, o a ambos.

En física, la no linealidad es un caso de la conectividad no aditiva. Los sistemas no lineales no “obedecen”

al “principio” (teorema) de la superposición (de fuerzas, desplazamientos, etc.), ley que desempeña un papel central en la mayor parte de las teorías físicas, tales como la mecánica, la óptica, la teoría electromagnética y la mecánica cuántica²¹. El “principio” de superposición puede considerarse como la forma específica que adopta en física la hipótesis de la independencia de las causas. Si se la aplica a las fuerzas (causas mecánicas) expresa que el efecto conjunto de varias fuerzas aplicadas a la vez iguala a la suma (vectorial) de sus efectos considerados como actuando separadamente los unos de los otros; en lo referente a los sistemas vibratorios, la hipótesis expresa que cualquier oscilación dada puede descomponerse en una suma (o integral) de oscilaciones elementales separadas.

Cuando se abandona el “principio” de superposición, los componentes de que se trata (oscilaciones, fuerzas, etc.) ya no se consideran como si actuaran independientemente los unos de los otros: se supone, en cambio, que *interactúan* produciendo fenómenos que difieren ampliamente de los que ocurren en los sistemas lineales, como por ejemplo la inestabilidad de ciertos estados, la discontinuidad de ciertos cambios, la “ocupación” de ciertos modos de vibración, etc. De modo que sólo las teorías no lineales del campo explican las acciones recíprocas de las partículas cuando se considera a estas últimas como condensaciones o singularidades de

²¹ El criterio usual de no linealidad es el carácter no lineal de las ecuaciones diferenciales que expresan el comportamiento del sistema. Es propiedad de las ecuaciones diferenciales lineales que si y_1 e y_2 son soluciones, entonces $y_1 + y_2$ (y en general, $c_1 y_1 + c_2 y_2$) es también solución de la misma ecuación; esta superposición no existe en el caso de las ecuaciones no lineales, en que la variable “dependiente” aparece multiplicada por sí misma, o por alguna de sus derivadas.

los campos; por ello la teoría relativista de la gravitación, que es una teoría no lineal del campo, no tiene necesidad de proponer ninguna ecuación adicional de movimiento para las masas gravitatorias, pues le bastan las ecuaciones del campo, que contienen la descripción del movimiento de las partículas.

El hecho de que las teorías no lineales sean raras no es tanto una peculiaridad de la naturaleza como un síntoma de la infancia de nuestra ciencia. La no linealidad involucra grandes dificultades matemáticas: además de ser poco manejable desde el punto de vista matemático, afecta a las propias representaciones simbólicas de las entidades físicas. Por ejemplo, las fuerzas que se suman en forma no lineal (como ocurre con las fuerzas gravitatorias) no pueden representarse de modo exacto con vectores, pues la adición de estos últimos se ajusta al “principio” de superposición. Desde el momento en que se descubrió que las leyes del ferromagnetismo no son lineales, se sospechó con vehemencia creciente que *todos* los fenómenos físicos pueden resultar por lo menos débilmente no lineales, pues la linealidad sólo es una aproximación excelente en ciertos casos, pero tosca en otros.

Como la no linealidad implica acausalidad, vemos una vez más que la causalidad es una primera aproximación, que constituye, por así decir, una aproximación lineal al determinismo²².

²² Bridgman (1927), *The Logic of Modern Physics*, págs. 88 y 174, comprende claramente que la no linealidad implica un fracaso de la causalidad, porque los efectos ya no pueden descomponerse en una suma de efectos parciales cada uno de los cuales pueda reducirse a sucesos individuales; pero Bridgman no saca en conclusión que la causalidad sea una aproximación del mismo tipo que la linealidad.

6.2.3. *El acaso como otro ejemplo de la no aditividad de los factores causales*

Los estados de equilibrio, de la manera como los estudia la estática, son resultado de la anulación de fuerzas opuestas; asimismo, el equilibrio dinámico, tal como lo estudia la dinámica, es un estado de movimiento proveniente de la interconexión “armoniosa” (no destructiva) de tendencias opuestas, en la cual ninguna de ellas prevalece en forma aplastante sobre las demás. En cualquiera de los dos casos, nada radicalmente nuevo surge de la acción conjunta de varias entidades homogéneas. El equilibrio estadístico, en cambio, se caracteriza por cualidades radicalmente nuevas, por más que pueda surgir de la acción conjunta de factores homogéneos independientes. Ése es el motivo de que, desde el punto de vista molar, no haya interés en ponerse a explicar los estados macroscópicos de una masa gaseosa por las trayectorias individuales de las moléculas. No sólo sería prácticamente imposible hacerlo (por lo menos con los medios de que ahora se dispone) debido a la enorme complejidad de las situaciones microscópicas y a la imposibilidad experimental de distinguir las moléculas una por una sin introducir a la vez perturbaciones considerables en sus estados de movimiento, sino porque sería además completamente *inútil* efectuar ese análisis causal, pues las propiedades termodinámicas de dicho cuerpo molar —a saber, su temperatura, calor específico, entropía, etc.— proceden de sus propiedades atómicas pero actúan en su propio y diferente nivel, y carecen de significado en relación con los componentes individuales del sistema en su totalidad.

Un resultado todavía más asombroso de la acción coincidente no aditiva de procesos casi independientes

es la distribución de los resultados de la observación o la medición de una propiedad dada. Una serie de mediciones independientes de la intensidad de una cualidad determinada constituye una totalidad y no un simple cúmulo de elementos completamente desvinculados: en efecto, algunas de las propiedades estadísticas de cada una de dichas mediciones están determinadas, al menos parcialmente, por su pertenencia al conjunto estadístico. Por ejemplo, la probabilidad de cada error particular de medición en una serie dada depende de propiedades estadísticas y colectivas (tales como el valor medio, la dispersión en torno a éste, etc.). El comportamiento de conjunto y a largo plazo de grandes colecciones de cualquier clase es estudiado por la estadística; en esta ciencia —verdadera propedéutica de las ciencias llamadas empíricas— el elevado número de entidades participantes no es óbice para un análisis adecuado, sino que, por el contrario, representa una condición de su éxito, pues los promedios, dispersiones, coeficientes de relación y otras propiedades colectivas son tanto más estables cuanto mayor sea el número de sus constituyentes; y por otra parte, el concepto habitual de probabilidad sólo puede aplicarse siempre que se cuente con cierta estabilidad (de las frecuencias), la cual exige, entre otras cosas, una gran cantidad de entidades, de modo que puedan anularse las pequeñas desviaciones individuales.

A nuestro entender, el caso de la estadística demuestra, al contrario de lo que pretenden los filósofos organicistas, que las totalidades o conjuntos pueden producirse en *ausencia* de integración sistemática de los componentes individuales: o sea, que las totalidades pueden formarse no sólo mediante una fuerte unión entre las partes de un sistema, sino también por la mera existencia de un ambiente común a los elementos

mecánicos o no mecánicos que actúan en forma casi independiente unos de otros, es decir, en forma tal que no haya relación constante alguna entre dos elementos cualesquiera de la colección. En otras palabras, un comportamiento regular colectivo puede surgir de un agregado de movimientos fortuitos individuales (o sea, recíprocamente impertinentes).

6.3. RESUMEN Y CONCLUSIÓN

Una seria limitación de la doctrina estricta de la causalidad es que ella pasa por alto el hecho de que todas las acciones conocidas son acompañadas o seguidas por reacciones, o sea, que el efecto siempre reacciona sobre el factor inicial, a menos que éste haya dejado de existir. Empero, el examen de los procesos reales sugiere que a menudo se producen acciones *predominantemente* (aunque no exclusivamente) unidireccionales del tipo $C \rightarrow E$. La causalidad puede ser una buena aproximación en los casos de extrema asimetría de la causa y el efecto, o sea, cuando existe una estrecha dependencia del efecto con respecto a la causa, con una reacción despreciable de la salida sobre la entrada y, por supuesto, cuando la causa ha dejado de existir.

En otros términos, la polarización de la interacción en causa y efecto —y la correlativa polarización de los objetos interactuantes en agentes y pacientes— es ontológicamente inadecuada, pero constituye a menudo una hipótesis que conduce a aproximaciones adecuadas y es en la mayoría de los casos el único expediente práctico que puede adoptarse —debido a la escasez de información y de instrumentos teóricos—, motivo por el cual se justifica en muchos casos desde el punto de vista metodológico. Pero este éxito no se justifica por sí

mismo: si se produce, ha de deberse a que está arraigado en la naturaleza de las cosas, o sea, a que en realidad la mayoría de las acciones recíprocas no son simétricas.

La frecuente asimetría de las interacciones, así como el hecho de que los procesos donde el antecedente desaparece por completo no pueden describirse como interacciones (por más que impliquen reacciones sobre diferentes objetos), son circunstancias que inhabilitan al interaccionismo como doctrina universal. La causación no puede considerarse como un caso particular de la interacción, pues esta última carece del componente esencial de la productividad *irreversible*. Lo más probable es que la determinación real no sea ni enteramente causal ni estrictamente funcional. Empero, en algunos casos la determinación puede describirse en forma aproximada como causación, y en otros como interacción, lo cual sugiere que a veces estamos en presencia de procesos *predominantemente* causales (pero no de manera exclusiva), mientras que otras veces tenemos que vérnoslas con dependencias *predominantemente* (pero no exclusivamente) funcionales. Es posible que en la mayoría de los casos intervengan tanto la causación como la interacción, junto con otras categorías de determinación.

En general, la interacción de entidades individuales y hasta la mera acción coincidente en presencia de un ambiente común pueden producir entidades supraindividuales con cualidades propias y que se comportan, al menos en algunos respectos, como unidades autosuficientes. Por ello la independencia de los factores causales, supuesta por la causalidad, no implica la independencia de los efectos. En la mayoría de los casos, la independencia es una hipótesis exigida por la escasez del conocimiento o por dificultades técnicas encontra-

das en la aplicación de los métodos disponibles. A la larga, la hipótesis de la superposición de las causas resulta inadecuada en tal o cual sector de la investigación, pues las líneas de desarrollo que al principio son independientes pueden llegar a fundirse y producir una corriente caracterizada por importantes aspectos no causales. Ello puede apreciarse en el caso de los sistemas no lineales y en el de las poblaciones estadísticas: en uno y otro intervienen las que podríamos llamar, a diferencia de los agregados, síntesis causales.

A pesar de ello, es preciso comprender la tremenda importancia histórica y metodológica de la hipótesis de la independencia (aproximada) y, por lo tanto, de la superponibilidad de las causas. Una interpretación por completo organicista de la realidad, como la predicada por las filosofías totalistas contemporáneas, sería impotente para llevar a cabo la *dissectio naturae* que exigía Bacon, la cual ha sido y sigue siendo la fuente de la ciencia moderna y sus aplicaciones. En cambio, el reconocimiento más o menos explícito del principio de superposición de los determinantes hace posible el análisis de las situaciones reales, y está presente en la mayor parte de la investigación científica actual. La exterioridad de las causas, lo mismo que los restantes defectos de la doctrina de la causalidad, debe ser criticada desde un punto de vista progresivo; es decir, desde un punto de vista que, en vez de proclamar la total impotencia del método analítico, reconozca que el análisis causal no es el único tipo de análisis necesario en el tratamiento científico de los problemas de la determinación.

La actitud crítica constructiva frente al problema de la superposición de las causas debe fundarse en el reconocimiento de que la separación y aislamiento netos de los determinantes, aunque no son la *última* etapa de la investigación, constituyen un estadio preliminar muy

importante, mientras que por otra parte el prejuicio de la imposibilidad del análisis de las totalidades paraliza *ab initio* todo progreso del conocimiento. La hipótesis de la superposición, por tanto, no es ni una verdad absoluta ni un completo disparate: como tantas otras hipótesis simplificadoras de la ciencia y la filosofía, es verdadera en primera aproximación.

Una vez más, concluimos que la causación no agota la determinación, sino que esta última necesariamente incluye la primera como una de sus variedades.

7. La exterioridad de la causación

Las causas eficientes son, por definición, determinantes extrínsecos. La filosofía natural del Renacimiento y la *Naturphilosophie* romántica contribuyeron apreciablemente a la crítica de la causalidad, al señalar la insuficiencia de la exterioridad de la causación. El énfasis dedicado a los resortes internos del cambio fue sugerido, tanto a los filósofos renacentistas cuanto a los románticos, por los procesos de la vida y de la mente, así como por la tradición hermética; no obstante pecó de exagerado y de especulativo en extremo: dichos filósofos sobreestimaron el peso relativo de los determinantes intrínsecos a expensas de las condiciones ambientales, y no tenían prisa por brindar prueba alguna de sus afirmaciones.

Como en el caso de la crítica de la unidireccionalidad de la causación, trataré aquí de trazar el perfil del núcleo racional de las críticas renacentista y romántica de la exterioridad de la causación. Lo mismo que en otros pasajes de este libro, tomaremos la mayoría de los ejemplos de la ciencia contemporánea, que lleva a cabo la vieja aspiración de la síntesis de los determinantes externos e internos, con lo cual adopta y limita a la vez las doctrinas rivales de la omnipotencia de los factores externos y de la suficiencia de la autodeterminación.

7.1. LA CAUSALIDAD, RESTRINGIDA A LA DETERMINACIÓN EXTRÍNSECA

7.1.1. *Las causas eficientes, exteriores por definición*

Tal como se lo entiende en los tiempos modernos, el determinismo causal sostiene la operación universal de la causación eficiente. Pero, por definición, de todas las clases de causas la eficiente es la motriz o activa; es además un agente que actúa sobre las cosas *ab extrinseco* y que no puede obrar sobre sí mismo. La causa eficiente es en suma una compulsión *externa* y, por ello, la exterioridad es una característica esencial de la causación eficiente (cf. 2.1).

En cambio, por más que el término ‘causa interna’ haya sido utilizado ocasionalmente¹, los “principios”, condiciones, impulsos, etcétera, de naturaleza interna suelen describirse en los tiempos modernos como no causales. Por ejemplo, Bruno² distingue claramente dos elementos que contribuyen a la constitución de las cosas: el *principio* o componente interno y la *causa* o componente externo, de los cuales el primero es el que “concorre intrínsecamente a la constitución de la cosa y

¹ Por ejemplo, Duns Scoto, en su *Tratado del primer principio*, admite las causas internas pero las considera imperfectas debido a su falta de autosuficiencia. Mientras que Tomás de Aquino, que excluye las causas internas de la materia inanimada, subraya su importancia en el terreno de la ética para poder justificar el pecado: cf. *Suma Teológica* (1272), Segunda parte, I, cap. LXXV: el pecado es el efecto de causas internas (ignorancia, apetito sensual, malicia) y externas (Dios, el diablo, el hombre); “algo externo puede ser una causa que impulsa al pecado, pero no tanto que pueda ser su causa suficiente; y sólo la voluntad es la causa suficiente y ejecutante de la comisión del pecado”.

² Bruno (1584), “De la causa, principio e uno”, en *Opere italiane*, (Ed. Gentile), vol. I, pág. 178.

permanece en el efecto", mientras que la causa es "el que concurre extrínsecamente a la producción de las cosas". Los determinantes intrínsecos —tales como las tensiones internas— pueden contarse, desde luego, entre las causas; pero tal convención lingüística contravendría la nomenclatura tradicional y sugeriría una extrapolación de la causalidad que abarcaría toda la variedad de los tipos de determinación.

Sin embargo debe advertirse que, por más que las explicaciones causales se enuncien en términos de factores ambientales, no toda versión del ser o del devenir en términos de la acción del ambiente es, por fuerza, causal. Para que pueda serlo, la explicación debe asignar la integridad del poder de génesis o de producción a lo que está fuera del objeto de que se trata. El reconocimiento de que la extensión, la duración y la masa no son propiedades intrínsecas sino relacionales, no tiene por tanto nada que ver con la causalidad, mientras la *existencia* misma de las propiedades no se atribuya a la acción del ambiente. En cambio el intento de Mach de interpretar la masa de todo cuerpo como resultado de la totalidad de sus conexiones dinámicas con el resto del universo, armoniza con el causalismo, pues, a pesar de la aversión que Mach sentía por la causalidad, su explicación de la masa es causal, por cuanto asigna el origen mismo de esta propiedad al ambiente y —lo que es más— en forma que hace recordar la dinámica arisototélica, porque todo el acento recae sobre él³.

³ La teoría de la relatividad ha conservado la tesis de la naturaleza relacional de la masa, tal como lo propuso Mach por oposición a Newton; pero en cambio no ha adoptado la explicación *causal* de la masa dada por Mach.

7.1.2. *El principio peripatético de “Omne quod movetur ab Alio movetur”*

El lema del determinismo causal en lo referente al problema del cambio es la máxima peripatética “*Omne quod movetur ab Alio movetur*”: “Todo lo que se mueve es movido por algún otro⁴.” Para el causalismo nada puede moverse por sí solo, nada puede cambiar por cuenta propia, sino que todo cambio revela la presencia de una causa eficiente, de un agente que obra de modo extrínseco sobre el paciente. Un escolástico tomista contemporáneo⁵ lo dice con toda claridad: “El sujeto del cambio nunca *está cambiando*, sino que *está siendo* cambiado. Lo que experimenta el cambio es un *paciente*, un ‘posible’, y necesita un agente distinto de sí mismo para efectuarlo.” Este axioma, vital para la teología, es también un principio capital de los sistemas de metafísica con orientación clásica (como el de N. Hartmann) y lo es igualmente de la ontología de sentido común. Antes de que los átomos, los campos y la radiactividad se convirtieran en elementos del conocimiento común, podían encontrarse hasta científicos que compartiesen la creencia de que la “materia bruta” es una sustancia homogénea, inorganizada y pasiva, completamente falta de espontaneidad⁶: en suma, la materia soñada por los filósofos inmaterialistas. Del hecho

⁴ Cf. Aristóteles, *Física*, lib. VII, cap. 1, 214b, 242a; lib. VIII, cap. 4, 254b; *ibid.*, cap. 5, 257. Tomás de Aquino, *Física*, lib. VIII, leccs. 7 y 10; *Summa contra gentiles*, pág. III, cap. VII, 1.

⁵ McWilliams (1945), *Physics and Philosophy*, pág. 27.

⁶ Bernard (1865), *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, pág. 123: en contraste con la espontaneidad de los seres vivientes, en el dominio de la materia inorgánica “el fenómeno es siempre resultado de la influencia que un excitante fisicoquímico externo ejerce sobre el cuerpo”.

de que todo experimento es una coerción impuesta a la materia, saltaron a la conclusión aristotélica de que la materia no es sino el estéril receptáculo de las formas, creencia todavía atesorada por aquellos teóricos de la física cuántica según los cuales es el experimentador quien produce todos los fenómenos de escala atómica.

Los procesos internos del objeto cambiante no interesan y tal vez ni siquiera existan para la doctrina de la causalidad eficiente: esta teoría concibe todo cambio como el resultado inevitable de una causa exterior a la cosa cambiante. Sólo Dios puede ser autocausado o *causa sui*; todo lo demás es efecto de una *causa transiens*, nunca de una *causa immanens* ni de la acción conjunta de determinantes externos e internos. La naturaleza en su conjunto es pues un *principium passivum*, no una *causa se movens*; si la naturaleza fuera semoviente, Dios sería supernumerario.

Esta doctrina, consecuentemente desarrollada, conduce a la negación de todo tipo de determinación natural; pues la tesis de la exterioridad de la determinación, si se aplica a la totalidad de los existentes, sólo significa que un poder exterior al universo puede provocar cambios en éste. Tal fue el paso que en realidad dio Malebranche⁷, quien de la supuesta pasividad de los cuerpos (prejuicio platónico) y de las almas (prejuicio empirista), aunada a la presunción cartesiana de su radical heterogeneidad, concluyó que "No hay relación causal alguna entre un cuerpo y un espíritu. ¿Qué estoy diciendo? Ninguna relación hay entre un espíritu y un cuerpo. Más aún: no la hay tampoco entre un cuerpo

⁷ Malebranche (1688), *Entretiens sur la métaphysique*, IVème Entretien, XI, vol. I, pág. 138. Véase también el 7º diálogo, "Sobre la ineficacia de las causas naturales o la impotencia de las criaturas. Que sólo a Dios estamos unidos de manera inmediata y directa."

y otro, ni entre un espíritu y otro. En suma, ninguna criatura puede actuar sobre otra con eficacia propia.”

7.1.3. *El determinismo causal se opone al automovimiento*

Acordemos dar el nombre de ‘espontáneo’ a cuanto se origina en el interior de un objeto dado y no a lo que carece de ley, pues según nuestra suposición inicial (cf. 1.5.1) todo está determinado legalmente. Ahora bien, el determinismo causal descuida y hasta niega la actividad interna, espontánea de las cosas, que los románticos alemanes habían denominado *Selbsttätigkeit* (autoactividad). El determinismo causal moderno es en cierto modo más restrictivo —pero al mismo tiempo más realista— que la doctrina aristotélica de las causas, la cual además de las causas externas (eficiente y final) reconoce dos causas intrínsecas en todo existente y en todo cambio: la material y la formal (cf. 2.1).

Es posible, por supuesto, emplear la denominación de ‘causa interna’ para explicar cómo las condiciones internas se combinan con las externas en un proceso dado⁸. Pero semejante discurso trasciende el alcance de la moderna doctrina de la causación eficiente, que por lo general se atiene tan sólo a las causas eficientes, motrices, por lo menos desde la bancarrota de la esco-

⁸ P. ej., S. Lilley, “Cause and Effect in the History of Science”, *Centaurus* (Copenhagen), 3, 58 (1953), un brillante estudio sobre el juego de los determinantes internos y externos a través de la historia de la ciencia. Véase también R. Bastide, “La causalité externe et la causalité interne dans l’explication sociologique”, *Cahiers Internationaux de Sociologie*, 21, 76 (1956).

lástica⁹. Los fenómenos de azar también pueden describirse como el resultado de causas fortuitas o accidentales, como sucedió con frecuencia en la Antigüedad; pero una vez más esta forma de expresión es equívoca pues desborda la doctrina de la causalidad, que no admite las causas fortuitas por más que conceda la existencia de *efectos accidentales* (acarreados por la conjunción de causas inicialmente independientes). Cuando se toma en cuenta tanto el automovimiento como la autodeterminación consecuente, cuando los sucesos se consideran no sólo como resultados de las circunstancias externas y de fuerzas que imprimen su sello sobre sustancias pasivas, sino también como producto de condiciones internas, entonces no es costumbre hablar de *causación* lisa y llana; y si se lo hiciera, ello conduciría a equívocos. En tales casos los términos escolásticos *causa immanens* y *causa sui* se emplean a veces por contraposición a lo que los escolásticos llamaban *causa transiens* (causa transitiva). Daremos a la determinación correspondiente el nombre de *autodeterminación* (Hegel empleó efectivamente la palabra *Selbstbestimmung*).

7.1.4. *La doctrina del automovimiento*

Los escolásticos sostuvieron que *Nihil est causa sui* (nada es causa de sí mismo) con la única excepción de Dios, quien existe *per se*. El Renacimiento redescubrió

⁹ Hegel (1812, 1816), *Science of Logic*, vol. II, pág. 196, protesta contra la confusión del "estímulo externo" o causa eficiente —que no puede producir "el desarrollo de lo grande a partir de lo pequeño"— con el "espíritu interno" de los procesos, que puede "utilizar" un número indefinido de diferentes estímulos externos "para desenvolverse y manifestarse".

las ideas materialistas griegas sobre el automovimiento de la materia y la autosuficiencia de la naturaleza, que habían vegetado apenas en el Medioevo. Bruno subrayó la incesante actividad interna de todos los objetos materiales, semejante a la actividad vital. Descartes —más cauteloso— sostuvo que, para existir, la sustancia sólo necesita el concurso divino, siendo por lo demás autosubsistente. Spinoza volvió a plantear con vigor la tesis de Bruno y contribuyó poderosamente a difundirla: para él, la sustancia no sólo es autosubsistente sino también autoexistente, semoviente y autocausada: *substantia est causa sui*; además de la causación eficiente extrínseca, Spinoza introdujo una causación eficiente intrínseca¹⁰, que llegaría a convertirse en la fuerza o actividad ínsita de Leibniz, inherente a cada mónada.

Aunque rara vez reconocido explícitamente por los filósofos posrománticos —con excepción de los materialistas dialécticos, Whitehead y Collingwood— el automovimiento es actualmente una sólida adquisición filosófica de las ciencias: en ninguna de éstas se admiten ya los pacientes escolásticos. Por el contrario, los objetos materiales en todos los niveles de organización se consideran cada vez más como entidades dotadas de actividad propia, condicionadas pero no determinadas del todo por su medio ambiente. De modo progresivo, aunque sin clara conciencia de ello, está admitiéndose la tesis dialéctica según la cual nada cambia exclusivamente bajo la presión de la coacción externa, sino que

¹⁰ Cf. Spinoza (ca. 1661), *Tratado de la reforma del entendimiento*, secc. 92. La primera definición formulada en la *Ética* (ca. 1666), es la de la causa de sí misma. Schopenhauer sostuvo que la noción de *causa sui* es una *contradictio in adjecto*; habría estado en lo cierto si hubiese afirmado que el concepto en cuestión contradice la noción de causación eficiente, pero eso no hubiera sonado como algo novedoso.

todo objeto participa con su propio fluir interno en la incesante mutación del universo material; es decir, se reconoce que los únicos objetos estáticos son los de índole ideal.

Pero nuestro principal interés no reside, sin embargo, en la teoría de las fuentes internas del cambio; lo que debemos examinar aquí son las limitaciones que dicha teoría impone al determinismo causal. La consecuencia más importante que la teoría del automovimiento tiene para la causalidad es que *las causas extrínsecas son eficientes sólo en la medida en que hallan asidero en la propia naturaleza y procesos internos de las cosas*.

Veamos algunos ejemplos que brindan apoyo a esta hipótesis.

7.1.5. *Las causas externas se combinan con condiciones internas*

El proceso de la extinción del fuego es un ejemplo casi trivial en favor de nuestra tesis. Para disminuir la intensidad de la combustión debemos emplear los medios adecuados: ellos pueden consistir en aislar el combustible adyacente o en agregar alguna sustancia que reduzca la velocidad de la reacción en cadena. Para emplear un lenguaje semiaristotélico, las nuevas "formas" que deseamos imprimir en el cuerpo de que se trata (el material en combustión) no pueden ser contingentes con respecto a él sino que deben adecuársele, pues de lo contrario nuestro esfuerzo será infructuoso, o sea, que el agente causal no tendrá el efecto deseado¹¹.

¹¹ Cf. F. Bacon (1620), *Novum Organum*, lib. II, 7: la transformación de las cosas requiere no sólo el dominio de las causas eficientes y materiales, sino también el conocimiento del Proceso Latente, de la

Como ejemplo tomado del nivel biológico, podemos citar la invasión del organismo por microbios patógenos. De acuerdo con la teoría clásica de los microorganismos como causantes de las enfermedades, toda dolencia se reduce a una modificación del organismo producida por una infección microbiana, sin ninguna participación activa del “paciente”. En esta teoría típicamente causal no surge ningún conflicto de entidades opuestas, una que procede del exterior y otra que se desarrolla en el ámbito interno: nada nuevo aparece como resultado de la invasión, salvo un comportamiento cuantitativamente anormal (aumento de temperatura, pérdida de peso, etc.). Esta teoría causal —que por supuesto representó un enorme progreso con respecto a la teoría de la enfermedad como obra de espíritus maléficos (también de índole causal aunque sobrenaturalista, mientras que la teoría microbiana es materialista)— tuvo que modificarse cuando se descubrió que al producirse la invasión patógena algo *nuevo* emerge en el organismo para defenderlo, algo que no existía ni en el “agente” ni en el “paciente”: los anticuerpos. De modo que, según la patología moderna, los organismos enfermos no son pacientes sino activos luchadores. Además, enfermos o sanos, los organismos tienden a mantener un estado interno constante —la *fixité du milieu intérieur* de Bernard, la *homeostasis* de la fisiología reciente y de la cibernética— a pesar de las variaciones del medio ambiente. Los organismos son en gran medida unidades autosuficientes que mientras pueden sobrevivir eluden, contrarrestan o transmutan los determinantes causales extrínsecos. Como ha dicho He-

Configuración Latente, y de la Forma (ley). En II, 3, así como en *The Advancement of Learning* (1605), lib. II, se da a la causa eficiente el nombre de *vehiculum formae*: el vehículo de las formas o cualidades.

gel¹², "lo que tiene vida no permite que la causa alcance su efecto, o sea, la anula como causa"; pero lo que Hegel no podía sospechar en su época es que la misma trasmutación de las causas externas por condiciones internas, la misma especificidad de la respuesta aparece en todos los órdenes de la realidad, no sólo en los dominios de la vida y del espíritu.

Mutatis mutandis, mucho de lo que reza para las infecciones vale también para las afecciones, ya se produzcan en el nivel de la sensación o en el del sentimiento. En lo que se refiere a las sensaciones, es notorio que las respuestas de los órganos de los sentidos son específicas aunque los estímulos no lo sean; es decir, que puede haber un estímulo común, pero el efecto dependerá del órgano que responda. Por ejemplo, la mera presión mecánica sobre el ojo produce una sensación lumínica, y una corriente eléctrica aplicada a la lengua despierta una sensación gustativa. En estos casos de causación disyuntiva múltiple (cf. 5.1.3) el tipo de causa tiene escasa importancia si se lo compara con la naturaleza específica del órgano que reacciona. Y en cuanto a los sentimientos, en la mayoría de los casos es imposible explicarlos sólo en términos de determinantes externos. Por ejemplo, el amor. La pregunta corriente (y envidiosa): ¿qué ha visto ella en él?, sólo como excepción puede contestarse de modo convincente refiriéndose a los encantos o atractivos del varón. De ello suele sacarse la conclusión de que el amor es no sólo asunto irracional sino también inexplicable, lo que

¹² Hegel (1812, 1816), *Science of Logic*, vol. II, pág. 195: "...Aquello que obra sobre la materia viva es independientemente determinado, cambiado y transmutado por dicha materia... Por ello es inadmisible sostener que el alimento es la causa de la sangre, que ciertas comidas enfrían o amortiguan la causa de la fiebre, y así sucesivamente."

aparentemente se funda en la errónea identificación aristotélica de la explicación con la explicación *causal*. Si el amor no se presta al análisis causal, puede en cambio explicarse, al menos en principio, por la peculiar predisposición de *ella* a enamorarse de cualquier hombre que satisfaga ciertos requisitos, generalmente no muy numerosos pero siempre proporcionados al propio estado de la interesada. En este como en muchos otros asuntos humanos, las circunstancias particulares y los individuos son esencialmente vehículos u ocasiones para la realización de procesos internos.

7.1.6. *¿Está la libertad restringida al dominio ético?*

El problema de la autodeterminación, espontaneidad o libertad ha sido objeto tradicionalmente de una interpretación exclusivamente ética. Pero se han dado casos poco frecuentes, aunque importantes, de reconocimiento de la autodeterminación como una propiedad de *todas* las clases de existentes, y no sólo como una cualidad de seres humanos conscientes (y con preferencia adinerados). Crisipo¹³, por ejemplo, sostiene que quien empuja un cilindro o un cono les imparte un impulso inicial; pero no les confiere su forma particular de rodar, que no es la misma para los cilindros que para los conos. Crisipo llegó también a afirmar que el impulso inicial sólo se necesita para *comenzar* el movimiento de los cuerpos, los cuales a partir de entonces se mueven en virtud de su propia naturaleza. Por desgracia, parece que este sobresaliente pensador estoico no desarrolló una teoría física a partir de su valiosa observación, sino que ésta le sirvió tan sólo como un ejemplo en su

¹³ Cf. Cicerón, *Sobre el destino*, 42-43.

doctrina de las operaciones del alma, que según él, eran —por así decir— *desencadenadas* pero no *producidas* por los estímulos externos: como Platón antes que él, creía que el principal resorte del cambio en el alma no es una causa externa sino la propia espontaneidad anímica interna.

Por más que acaso parezca paradójico a primera vista, el determinismo no puede considerarse completo a menos que se tome en cuenta lo que cabe llamar la *libertad* o espontaneidad de *todo* objeto concreto (material o cultural). La negativa a reconocerla puede atribuirse al prejuicio platónico de que sólo el alma es semoviente, mientras que los cuerpos son por entero pasivos. Esta creencia es vital para el idealismo; pero es incompatible con la ciencia moderna, que muestra que la actividad y espontaneidad del “alma” (es decir de las funciones psíquicas), lejos de constituir su privilegio, se deben a la circunstancia de que toda partícula de materia está colmada de actividad. La autodeterminación, espontaneidad o libertad es lo que hace de las cosas lo que esencialmente son; pero, por supuesto, nunca es completa. Ningún objeto concreto puede ser *enteramente* libre¹⁴, sino que sólo puede tener cierta espontaneidad, por sus limitaciones intrínsecas y por estar realmente vinculado con infinitud de otros existentes. Y en lo que respecta a los objetos ideales, no pueden —en términos de una teoría científica del cono-

¹⁴ La libertad completa (y por tanto ideal) puede definirse como Spinoza lo hace en la *Ética*, I, Def. VII: “Llábase libre aquella cosa que existe tan sólo por necesidad de su propia naturaleza y que sólo es determinada a la acción por sí misma.” Para Spinoza, la libertad no es un concepto *negativo*: significa libertad *para* y no libertad *de*, autoafirmación activa y no mera ausencia de vínculos. Éste es el significado esencial de ‘libertad’ adoptado en el texto.

cimiento—, poseer libertad alguna, pues no son auto-existentes sino productos del funcionamiento del cerebro humano: al revés de lo que decía Hegel, no el Espíritu sino la materia es una existencia autocontenida (*Bei-sich-selbst-sein*).

La libertad, en el sentido general en que aquí la entendemos, no tiene por qué ser consciente; y no constituye un resto indeterminado, un residuo arbitrario e ilegal, sino que consiste en la *autodeterminación legal* de los existentes en cualquier nivel de la realidad¹⁵.

Deben distinguirse, empero, varios niveles de libertad: tantos como niveles de integración. Los grados más elevados de libertad, aunque de ningún modo los únicos, aparecen en los seres humanos: en ellos se da, en primer término, la libertad de elección entre varias alternativas brindadas desde el exterior. En segundo lugar, como un tipo más elevado de libertad, hallamos el poder de *crear nuevas condiciones*, esa libertad descrita por Rinuccini (1479) como *potestas agendi* (poder para actuar) y que Vico (1725) llama *libertà di fare* (libertad para hacer). En tercer lugar encontramos la libertad *consciente* de creación, descrita por Engels (1878) como el reconocimiento de la legalidad y la consecuente aplicación del conocimiento de las leyes a la obtención del dominio sobre el ambiente y sobre nosotros mismos. En este caso no se trata de una falta de dependencia, sino de una autoafirmación activa y consciente: el dominio del vínculo y no su imposible eliminación; la regulación consciente de la determinación, y

¹⁵ Ocioso es observar que si se adopta este concepto de la libertad general, la doctrina según la cual la libertad moral consiste solamente en la *indeterminación física*, o sólo puede fundarse en ella, no merece más que una nota de pie de página.

no su desconocimiento, o la ilusoria evasión de las leyes¹⁶.

Al negar el elemento de libertad en cada existente, el determinismo causal queda indefenso frente a quienes otorgan al "alma" individual cierto grado de espontaneidad sin ley (el libre albedrío para pecar), al propio tiempo que consagra las diversas filosofías de la sociedad y de la historia basadas en la creencia de que las circunstancias exteriores son todopoderosas, creencia a la cual dedicaremos una sección especial.

7.2. ¿ES EL HOMBRE OBRA DE SÍ MISMO?

7.2.1. *El ambientalismo antropológico*

Rasgo característico de las diversas aplicaciones del determinismo causal es la exageración del papel desempeñado por el ambiente. Una celebrada especie sobreviviente del género ambientalista es la doctrina biológica según la cual los organismos sólo pueden responder a estímulos externos y carecen de la capacidad de una actividad espontánea, que fluye —para emplear un símil gráfico— de una fuente interior, de ese "impulso" interno que los vitalistas han exagerado hasta el punto de la charlatanería. Una subespecie de la biología ambientalista es la mal llamada teoría neolamar-

¹⁶ Sin embargo, la conciencia de la necesidad es una condición *necesaria* pero no suficiente para alcanzar la libertad, así como el conocimiento de la fisiología es necesario pero no suficiente para aliviar el dolor. Cf. Ayer (1954), *Philosophical Essays*, págs. 277 y sigs. Engels había atribuido a Hegel la idea de la libertad como conciencia de la necesidad; no obstante, por lo menos en sus *Vorlesungen über die Philosophie der Geschichte* (1837), Hegel retuvo la noción popular de la libertad como ausencia de vínculos.

kiana de la herencia, que considera el ambiente como la única fuente del cambio genético, teoría tan sospechosa desde el punto de vista filosófico como la ortodoxa de la autosuficiencia genética del organismo. Así como el nativismo conduce al absolutismo, el ambientalismo lleva al relativismo biológico (y cultural). En realidad, el ambientalismo tiende a considerar el ajuste como el máximo valor biológico (y cultural); pero si el correcto moldeamiento por el ambiente o la adaptación exacta a él fueran el máximo valor, sin duda las hormigas estarían tan adelantadas como el hombre y la sociedad moderna no sería superior a la primitiva.

Algunas de las teorías antropológicas causales, en un legítimo esfuerzo por explicar las diferencias culturales, subrayan la importancia del medio físico (determinismo fisiográfico); otras destacan a la vez las circunstancias geográficas y políticas (determinismo geopolítico); otro grupo de teorías sobreestima la acción de los elementos vecinos de cada grupo social, al propio tiempo que subestima las peculiaridades del grupo mismo (difusionismo). Probablemente todas ellas harían suya la famosa máxima —típica de la Ilustración— según la cual “el hombre es el producto de las circunstancias”. Esta creencia ha tenido y tiene aún enorme importancia en antropología, psicología, educación, historia y sociología. Veamos una de las más influyentes aplicaciones del ambientalismo antropológico a la psicología y la gnoseología, a saber, la doctrina de la *tabula rasa*.

Después del énfasis renacentista en las fuentes interiores del cambio en todos los existentes y después que Bruno¹⁷ hubo cantado las excelencias del individuo y

¹⁷ Bruno (1584), “De la causa, principio e uno”, en *Opere italiane*, ed. Gentile, vol. I, pág. 180.

del *artifice interno*, que “forma la materia y la figura desde adentro”, después de la doctrina del automovimiento, el empirismo revivió la desacreditada doctrina peripatética de la pasividad del alma. (Los empiristas no habrían tenido tanto éxito si no hubiera sido por la dogmática insistencia cartesiana en la noción platónica de las ideas innatas, con la cual Descartes creía combatir el empirismo aristotélico.) Y como consecuencia de la doctrina de la *tabula rasa* —que fue adoptada por casi todos los *philosophes* del siglo XVIII y que sobrevive en el conductismo clásico— la desigualdad de las almas hubo de ser atribuida exclusivamente a diversidades de experiencia individual y de ahí también, en parte, diversidades de nutrición o educación. Así Helvetius, en su ansia de refutar el inepto prejuicio del origen biopsíquico de la desigualdad social, llegó hasta el punto de sostener que todos los hombres nacen iguales en todos los aspectos, que son por entero producto de su ambiente y, en particular, de la educación recibida; aun los genios eran para él tan sólo producto de la circunstancias en que habían sido colocados, y todo el arte de la educación se reducía a colocar a los jóvenes en un *concours de circonstances* favorables¹⁸. Al igual que otros pensadores progresivos de su época, no dejó de extraer la respectiva moraleja de la creencia de que la educación nos hace lo que somos: a saber, que la felicidad de la humanidad es esencialmente un problema de mejor educación. Obvio es decir que los acontecimientos históricos no han confirmado esta doctrina optimista, basada en la teoría empirista del conocimiento: por el contrario, las reformas en la educación advinieron como consecuencia de las revoluciones sociales.

¹⁸ Helvetius (1758), “De L’esprit”, en *Oeuvres complètes*, disc. III, cap. XXX, págs. 379-380 y *passim*.

Es descubrimiento muy reciente que —para expresarnos con el bello título de uno de los libros de Gordon Childe— el hombre es obra de sí mismo¹⁹. Este descubrimiento tuvo, por supuesto, precursores en la Antigüedad; fue redescubierto durante el Renacimiento y reformulado claramente por Giambattista Vico (1725), quien agregó que por ello podemos conocer el “mundo civil” (la sociedad): porque *nosotros* mismos lo hacemos. Pero esta doctrina sólo llegó a difundirse con amplitud a través del materialismo histórico y de las diversas metahistorias y metasociologías por él influidas. Según esas corrientes, existe una acción recíproca entre el hombre y su ambiente, una modificación recíproca, y no sólo una acción unilateral de uno sobre otro. Tanto el providencialismo (el hombre es la criatura de Dios) como las variedades causales de la antropología (las circunstancias externas son todopoderosas), quedan así superadas en una síntesis de naturaleza y crianza.

7.2.2. *El externalismo en la historia sociopolítica*

Las limitaciones del determinismo causal son particularmente manifiestas en lo tocante a la interpretación de sucesos históricos concretos. Examinemos, por ejemplo, la tan discutida cuestión de la caída del viejo reino de Egipto, que suele explicarse como efecto de la penetración de ciertos asiáticos desconocidos en el delta del Nilo; o la explicación del colapso del Imperio Romano de Occidente como ocasionada tan sólo por las invasiones de los bárbaros; o, finalmente, la del derumbe de Bizancio como puro resultado de la eficacia de las tropas turcas. ¿No es más verosímil que los determinantes extrínsecos hayan tenido éxito sólo en

¹⁹ *Man makes himself*. (N. del T.)

ciertos puntos críticos (después de haber actuado en vano durante siglos) y que hayan ganado eficacia al ir intensificándose la bancarrota interna? ¿No es acaso más razonable suponer que, en ausencia de esa quiebra interior, los ataques de los enemigos extranjeros hubieran sido ineficaces o mucho menos efectivos? Las explicaciones históricas en términos de causas externas únicamente parecen tan inadecuadas como las que se acuñan en términos de determinantes internos subsidiarios, tales como la corrupción moral (que después de todo no es sino un aspecto del quebranto interno general de un grupo social humano). Los determinantes externos consiguen producir cambios profundos en una comunidad si acentúan tensiones internas ya existentes hasta el punto de provocar el colapso, como debe de haberlo advertido Hernán Cortés cuando conquistó el imperio azteca con un puñado de soldados, pero con la ayuda de un ejército de guerreros rebeldes.

Los políticos baratos se complacen en dar fáciles explicaciones causales de las transformaciones sociales que no desean llevar a cabo o que no pueden evitar. Por ejemplo la Revolución Francesa de 1789 fue atribuida, por la propaganda de los emigrados, a agentes rusos y norteamericanos; la Revolución Rusa de octubre fue ocasionalmente atribuida a agentes del Kaiser de Alemania; y repetidas veces los acontecimientos lamentables de nuestra época se atribuyen a la omnipotencia de tal o cual signo monetario, como si la corrupción pudiera tener eficacia política en ausencia de un defectuoso ajuste social. En general, las personas de mentalidad policíaca favorecen la creencia de que los conflictos sociales son causados por agentes foráneos: sin duda, es más fácil detener a unos cuantos extranjeros y desacreditar las ideas que se les adjudican, que dar alivio a tensiones sociales profundamente arraigadas.

Este tipo de explicación causal es más sencillo y tiene consecuencias menos peligrosas que la descripción científica de los conflictos internos, tales como los que hay entre los intereses económicos de diversos grupos sociales, cuya descripción —dicho sea de paso— bien podría explicar el éxito de los agentes extranjeros si éstos existen fuera de la imaginación de la policía.

Para las filosofías causales de la historia, toda aparición independiente y original de nuevos niveles de desarrollo cultural resulta inexplicable: por ello las realizaciones de culturas aparentemente aisladas, como la de Micenas o la de la isla de Pascua, siguen siendo tenidas por milagrosas. Y también por ello la ingenua creencia en un “milagro griego” ha sido reemplazada por una hábil explicación en términos de apropiaciones tomadas de Egipto y de Mesopotamia, préstamos que son indiscutibles pero que desde luego no explican por qué fueron los griegos, y no ningún otro pueblo, quienes mejor partido sacaron de la herencia del antiguo Cercano Oriente. La difusión no explica el mecanismo original de la elaboración helénica de tales bienes culturales importados, así como la ingestión de alimentos no explica la asimilación. Sólo el estudio de los procesos internos en sus contextos reales explica satisfactoriamente la emergencia de la novedad.

7.2.3. *La doctrina de la apropiación de la historia de las ideas*

La doctrina según la cual las influencias externas son la única fuerza motriz de la historia quizás alcance su máxima inadecuación en el caso de la historia intelectual, que es sin duda afectada por factores de otros niveles (biológico, económico, social); pero que evidentemente no es *productum* directo de ellos. Una de esas

teorías es la doctrina según la cual el conocimiento es tan sólo el reflejo de la naturaleza o de la sociedad en la mente humana (cf. 6.1.5). Otra muestra, no tan visible, de la exageración causalista de las relaciones externas es el hábito de buscar el origen de las ideas de un pensador dado en las que sostuvieron pensadores anteriores, sin tomar en cuenta la motivación interna ni el condicionamiento de la atmósfera cultural y del *Zeitgeist* en que vivió el autor de que se trate.

Entre los historiadores de las ideas que descuidan o ignoran por entero el ambiente sociocultural y la posible eficacia social a largo plazo de las ideas que investigan, es costumbre ir siguiendo el paso de las influencias "directas" que un autor ejerce sobre otro. A primera vista este procedimiento bastaría para explicar el desarrollo interno, pues omite las circunstancias exteriores, no teóricas (llamadas anecdóticas); sin embargo, no por ello es menos exterior, pues también omite el mundo interior de los pensadores en cuestión. En realidad, se reduce a fabricar lindas cadenas causales del tipo "El autor *N* leyó al autor *N-1* de quien tomó la idea en consideración; pero *N-1* a su vez había tomado esa idea del escritor *N-2*, quien la leyó en un libro de *N-3*, quien la tomó de un manuscrito de *N-4*, el cual a su vez copió a *N-5*..." A este tipo de difusionismo intelectual pertenecen distinguidos historiadores de las ideas, tales como Duhem²⁰ y Lovejoy²¹.

²⁰ Duhem (1913, 1917), *Le système du monde*, 5 vols. Los documentos de este autor son sumamente valiosos; pero sus más importantes conclusiones se empañan por su defectuoso método histórico, por sus prejuicios religiosos y por sus muchas pequeñas antipatías.

²¹ Lovejoy (1936), *The Great Chain of Being*. En este fascinante libro, el pensamiento europeo es tratado casi como si fuera una sarta de comentarios sobre Platón, a quien se asigna el papel de Motor Inmóvil de las Ideas.

Este mal método histórico, que se reduce a investigar influencias sin preocuparse de averiguar las contribuciones personales de los pensadores ni las circunstancias sociales y la atmósfera cultural en que vivieron, puede por supuesto explicar sencillamente muchas cosas. Lo explica todo, salvo: *a)* cómo el autor N° 1 llegó a adquirir sus ideas, a menos de suponerse que fue por revelación; y *b)* por qué el escritor número *N* admitió precisamente la influencia del autor número *N-1* y se sustrajo en cambio a la de pensadores pertenecientes a otras cadenas. En suma, la teoría según la cual los estudiosos son lo que han leído es tan inadecuada como aquella según la cual los pensadores son lo que comen, pues es incapaz de explicar tanto la originalidad como el motivo de que en medio de un número enorme de influencias en juego sólo tengan eficacia unas pocas, mientras que la gran mayoría de ellas son incapaces de suscitar los procesos de la creación intelectual.

7.2.4. *El hombre, animal autodomesticado*

Que los ideólogos que prepararon la Revolución Francesa en el terreno de las ideas sostuvieran —con la excepción casi única de Diderot— la creencia en el predominio de las condiciones externas constituye una de las ironías de la historia, una de las incoherencias que revelan cuán lejos está la historia de la lógica. Esto es divertido, pues tal creencia no sólo es incapaz de explicar el cambio social en términos de acciones humanas, sino que además sirve admirablemente a un régimen social donde la vida humana está sujeta a la coacción, mientras que la espontaneidad es el privilegio de unos pocos elegidos, y hasta esto en un radio limitado.

No menos regocijante es el espectáculo, que aún puede contemplarse en nuestros días, del pensador que despliega una enorme actividad erudita con el objeto de demostrar que el trabajo intelectual es socialmente ineficaz, fundándose en que las ideas sólo son el reflejo pasivo de la sociedad y no pueden a su vez influir sobre nada: otra concepción típicamente causal. Por cierto que no es ésta la concepción de los revolucionarios, en la medida en que son consecuentes: los transformadores sociales no pueden aceptar sin contradecirse aquellas variedades del determinismo que, como el de Buckle o el de Taine, cargan el acento sobre la determinación extrínseca y niegan, en consecuencia, el hecho de que el hombre es creación de sí mismo; de que —por oposición a los animales inferiores— los seres humanos son ante todo hijos de su propia labor material y espiritual. Ello no equivale, empero, a subestimar el valor de la educación en el sentido estrecho y técnico de la palabra; la doctrina de que al cambiar su medio el hombre se cambia a sí mismo y con ello se autoconstruye implica que el mejor de los métodos educativos imaginados será ineficaz a menos que se adecue a las condiciones sociales existentes, que deben ser modificadas en primer término porque actúan como los determinantes decisivos; también se deduce de ello que no pueden elaborarse planes de educación en detalle antes de saber cómo serán las condiciones sociales y los hombres después del cambio.

La continua autotransformación del hombre como resultado de su autodomesticación no excluye, sin embargo, la existencia de ciertas constantes humanas, de ciertas características que no han cambiado apreciablemente a través de la historia, constancia sin la cual no sería posible ninguna definición de la humanidad. Una de esas constantes es precisamente la propiedad —co-

mún a toda existencia concreta, pero cualitativamente más rica en los niveles más elevados de la realidad— de poseer una variada proporción de espontaneidad o automovimiento y, en consecuencia, de autodeterminación. Aunque no exclusiva, esta condición esencial del hombre está implícita en la mayoría de las tendencias progresivas de la educación contemporánea. Los maestros de antaño, saturados de empirismo (ya fuera aristotélico o lockeano) entendían la educación como la grabación de un programa fijo, perfecto, en una *tabula rasa* pasiva. En cambio, los métodos progresivos contemporáneos subrayan la actividad; destacan (a veces exagerándola) la búsqueda activa de información interesante y desechan la recepción pasiva y resignada de la que carece de interés: consideran al alumno como un ser dotado de cierto grado de autonomía, cuya libre actividad debe ser estimulada y canalizada, y no reprimida. De acuerdo con el modelo socrático²², las mejores de esas tendencias modernas conciben la educación como la tarea de ayudar al alumbramiento de la propia personalidad del alumno. En la medida en que tiene éxito, el método mayéutico refuta al causalismo.

²² Platón, *Teeteto*, 150 y 157C. La acertada tesis socrática según la cual la educación más efectiva consiste en guiar la propia investigación del estudiante, se fundaba en dos creencias erróneas: la primera, que el alma es entera e ilimitadamente automotriz (*autokinêtos*); la segunda, que conocer es recordar, elevar las ideas innatas al nivel de la conciencia.

7.3. LA CAUSALIDAD REQUIERE EL MANTENIMIENTO
PERSISTENTE DE LA CAUSA PARA ASEGURAR LA
CONTINUIDAD DEL PROCESO

7.3.1. *La máxima peripatética "Causa cessante cessat effectus"*

Si todo cambio, por pequeño que sea, se debe a una causa eficiente, entonces cuanto se halla en proceso de cambio debe tener una causa que mantiene dicho cambio. De ahí la máxima peripatética "*Causa cessante cessat effectus*"²³. "El efecto cesa una vez que ha cesado la causa." Esta regla no es una muestra aislada de la cosmología escolástica, sino un componente necesario de la doctrina de la causación eficiente. Es en rigor un corolario del menosprecio por la actividad interna de las cosas, que caracteriza al causalismo (cf. 7.1); la negación de esta máxima implicaría reconocer que pueden darse sucesos incausados.

Esa regla es también indispensable para la teología, pues implica que es necesario un creador (aun en la era atómica) para mantener al mundo en movimiento. Pero, al igual que tantas otras reglas que gozan de persistente popularidad, *tiene* cierto fundamento en la versión de sentido común de la experiencia cotidiana, la cual nos enseña que en los asuntos humanos las cosas no se hacen por arte de magia, sino trabajando fuerte. Aunque sea falsa como regla universal, nuestra máxima peripatética tiene un vasto campo de aplicabilidad práctica.

Veamos algunos ejemplos de procesos automantenidos que refutan dicha máxima.

²³ Tomás de Aquino, *Suma Teológica*, I, 96, 3, ob. 3.

7.3.2. *Ejemplos de procesos automantenidos*

Los atomistas griegos en la Antigüedad, y Galileo y Descartes a comienzos de la era moderna, descubrieron el primer ejemplo de un proceso no causal, de un movimiento que se perpetúa sin causa alguna que lo mantenga. Se trata del movimiento mecánico (cambio de lugar) que, una vez iniciado, sigue por sí mismo sin requerir ningún agente causal que empuje al móvil o lo arrastre a lo largo de su trayecto: el efecto (movimiento) no cesa una vez que la causa (fuerza) ha sido retirada. Como dijo Newton²⁴, la fuerza impresa “sólo consiste en la acción, y no continúa en el cuerpo una vez que la acción ha pasado. Pues un cuerpo mantiene cada nuevo estado que adquiere tan sólo por su inercia”. Las causas eficientes producen alteraciones en este tipo de cambio, el más sencillo de todos, cuyas sucesivas etapas son incausadas. Una analogía de este tipo de cambio en electricidad es la corriente en un circuito: “si la corriente se deja librada a sí misma, continuará circulando hasta que sea detenida por la resistencia del circuito”²⁵, y su energía se convierte en calor o en energía mecánica, o en ambas a la vez. Un análogo magnético es la magnetización permanente inducida en un trozo de acero, en contraste con la magnetización temporaria inducida en el hierro dulce. Y un análogo óptico del movimiento inercial es la propagación de un rayo de luz en el vacío una vez que ha sido emitido, es decir, una vez que ha cesado la “causa” de la luz (general-

²⁴ Newton (1687), *Principles* (ed. Cajori), def. IV, pág. 2.

²⁵ Maxwell (1873), *A Treatise on Electricity and Magnetism*, vol. II, pág. 197. La inercia de la electricidad había sido señalada por Faraday, y puede observarse especialmente a temperaturas muy bajas (superconductores).

mente el movimiento de un electrón acelerado). La teoría electromagnética de la luz muestra que el campo radiado se independiza de su causa o fuente, desvinculación que explica por qué la velocidad de la luz no depende del estado de movimiento de su fuente. Además la propagación de la luz, que la óptica geométrica da por supuesta y no considera como un proceso sino como un estado estacionario, es explicada por la teoría de Maxwell y Hertz como resultado de la "oposición" interna entre los componentes eléctrico y magnético de una onda de luz, los cuales se generan recíprocamente en cadena de acuerdo con las ecuaciones del campo, de Maxwell. La emisión de un tren de ondas luminosas es causada por cierto movimiento de cargas eléctricas, y cada eslabón de la cadena electromagnética puede considerarse como la causa del siguiente. Pero una vez iniciado, el proceso en su conjunto no es causal sino dialéctico, pues —para emplear el lenguaje metafórico de la época romántica— se desarrolla a través de una "lucha de opuestos".

Otro tipo de procesos encadenados automantenidos, bien conocidos, son las reacciones químicas y nucleares en cadena: la causa extrínseca no hace más que desencadenar un proceso interno que no sólo continúa después por sí mismo, sino que lo hace en forma increíblemente amplificada, de modo que el efecto final es enormemente mayor que la causa-gatillo, lo cual refuta el lema escolástico *Causa aequat effectum*. Otro pos-efecto igualmente conocido es la fosforescencia; la causa que produce la inestabilidad radiactiva del material —a saber, los rayos de luz que inciden en el fósforo— pueden desaparecer y sin embargo el cuerpo seguirá emitiendo luz durante algún tiempo. Hay, desde luego, un motivo para la reemisión de energía radiante, pero éste reside en la estructura del propio fósforo, que es

perturbada por la causa extrínseca: la causa eficiente no ha bastado para *producir* el efecto, sino que sólo ha iniciado un proceso conducente a él. En general, las modificaciones producidas en sistemas físicos complejos por factores externos perduran por un tiempo después de que tales factores han dejado de actuar. En casos ideales (movimiento inercial, onda luminosa en el vacío perfecto, imán aislado) el efecto puede perpetuarse; en condiciones reales ese tiempo es finito; y particularmente en la vida cotidiana —donde las fuentes de disipación de energía, tales como la fricción, son intensas— el tiempo de recuperación es a menudo muy breve. Cuando este lapso (el tiempo de relajación) es despreciable para fines prácticos, la máxima *Causa cessante cessat effectus* parece hallar su aplicación. Pero hablando estrictamente nunca puede aplicarse, pues se funda en nuestra ignorancia de los procesos que hacen eficaz la causa y rápida la recuperación.

Apenas si es necesario indicar que los procesos automantenidos son más ostensibles en los niveles superiores de integración, caracterizados como están por una mayor variedad de formas de autoactividad y por tanto de autodeterminación. Ciertamente es que en fisiología y psicología aún hay quienes emplean con frecuencia la ficción del vínculo estímulo-respuesta directo e inmediato y es verdad que los conductistas todavía siguen repudiando, como carente de sentido, la investigación del mecanismo interior que vincula entre sí esos dos eslabones extremos; sin embargo, cada día se va comprendiendo más la pobreza tanto de la interpretación causalista como de la fenomenista de la realidad. La investigación reciente de la base física de las señales nerviosas ha mostrado que el pulso nervioso no es una mera propagación, como la de una excitación externamente impresa, sino una reacción en cadena automan-

tenida. Un estímulo eléctrico por debajo de cierta intensidad crítica no provoca respuesta nerviosa alguna; pero una vez que ha alcanzado cierto umbral produce un alto “potencial de acción” que es insensible al valor preciso del estímulo, siempre que éste sea más elevado que el valor umbral. Además la fibra nerviosa no es un mero *conductor* de impulsos eléctricos sino también una *fente* de nuevos pulsos mucho más fuertes que el estímulo, los cuales se propagan a lo largo del cilindro eje en forma de un proceso regenerativo que compensa las pérdidas del trayecto (véase fig. 24). Y cuando el tejido neuronal llega a constituir un sistema nervioso diferenciado, las funciones trasmisoras y autoexcitadoras se combinan para constituir un mecanismo neutralizador de conmociones que protege a todo el organismo de su ambiente (inhibiciones de Pavlov y mecanismos de defensa de Freud).

El hecho de que las sensaciones, imágenes e ideas pueden “persistir” aun después de cesados los factores que las iniciaron, es asunto de la experiencia cotidiana

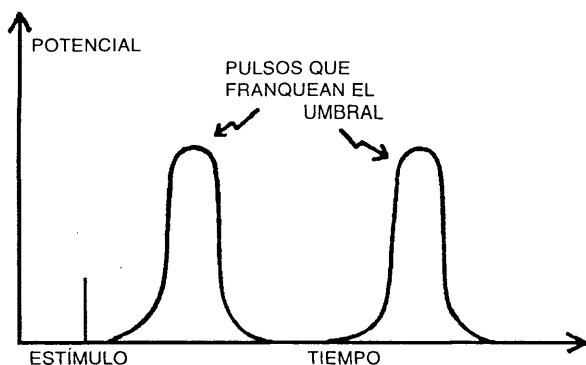


Fig. 24. Cadena de pulsos eléctricos iniciada por un estímulo externo en una fibra nerviosa aislada.

inmediata. Por supuesto que la escuela empirista de la *tabula rasa* no negó que así ocurriera; pero en cambio consideró la memoria como una grabación, como una modificación más o menos permanente en el sujeto percipiente, no como un proceso que perdura por un tiempo. La tendencia contemporánea, por el contrario, es considerar la memoria no como un depósito estático sino como un proceso dinámico no muy diferente de las vibraciones de Hartley. (Según la teoría propuesta por David Hartley hace dos siglos, las sensaciones no desaparecen en cuanto cesan sus causas o estímulos, sino que se almacenan en el sistema nervioso en forma de vibraciones en miniatura que pueden durar años enteros.) Las modernas teorías del recuerdo refutan, pues, nuestra máxima peripatética, y en la medida en que así lo hacen son acausales.

Podríamos multiplicar los ejemplos de procesos automantenidos que perduran una vez que la causa que los desencadenó ha desaparecido. Pero lo difícil de encontrar, en cambio, es un proceso concreto en el cual el efecto cese tan pronto como cesa la causa. Si alguno se hallara, la experiencia anterior debería sugerir la hipótesis de que el tiempo de recuperación de las perturbaciones inducidas desde el exterior es simplemente tan limitado que ha venido sustrayéndose a los dispositivos de medición con que contamos.

7.4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Quienes aceptan el principio relativo a la actividad inherente a cada objeto concreto (material o cultural) y la tesis de que el mundo como totalidad no tiene causa sino que autoexiste, no deberían dejar de comprender que la consideración de las causas eficientes como úni-

cos determinantes conduce a una *determinación incompleta*, o sea, a una indeterminación parcial. Por cierto que si sabemos que el objeto concreto aporta su modo específico de ser y de dejar de ser —cambio que hasta puede oponerse a los factores externos que sobre él actúan y así modificarlos— resulta obvio que las causas eficientes no determinan por completo los efectos, o sea, que la causación contribuye a la determinación de los efectos pero no los produce por entero. La falta de libertad no es por lo tanto el reino de la ley natural, sino la importante obstaculización o deformación de la autodeterminación por constricciones y perturbaciones externas; la libertad no es una violación del comportamiento legal sino un tipo de éste, a saber, la autodeterminación.

En el terreno de las ciencias humanas, el determinismo causal conduce a exagerar la importancia del ambiente y del *concoirs de circonstances*; lo que sugiere es la imagen deformada del hombre como juguete pasivo a merced de poderes insuperables, ya sean naturales (como la geografía) o artificiales (como la sociedad). En esta concepción, esencialmente conformista, la libertad es en gran medida ilusoria y se la interpreta tan sólo como un valor negativo, a saber, como la ausencia (imposible) de todo vínculo; es la libertad *de*, no la libertad *para*, que consiste en la autodeterminación activa y que, eventualmente, puede ser conscientemente planificada. Tan pronto como se toma en cuenta la autodeterminación, tan pronto como se comprende que nada es consecuencia exclusiva de condiciones externas por importantes que ellas sean, un chispazo de voluntarismo ilumina la escena histórica: no por supuesto un chispazo tal que afirme la voluntad arbitraria, irresponsable e ilegal de *Führers* ilustrados, sino un voluntarismo compatible con el determinismo científico. La libertad aparece entonces como un valor positivo, como

el esfuerzo activo para alcanzar la autodeterminación óptima. Y el fatalismo se revela entonces como una pesadilla, pues nada puede tenerse por consecuencia inevitable de sucesos anteriores que impulsen por determinados caminos, ni de causas presentes que obren *ab extrinseco*, más allá del alcance del esfuerzo material y espiritual del hombre.

El acto de soltar la cuerda del arco se considera generalmente como *causa* del movimiento de la flecha o, mejor dicho, de su aceleración; pero la flecha no comenzará a moverse a menos que cierta cantidad de energía (potencial elástica) haya sido almacenada previamente en el arco al doblarlo: la causa (liberación de la cuerda estirada) desencadena el proceso, mas no lo determina por entero. En general, las causas eficientes sólo lo son en la medida en que desatan, intensifican o amortiguan procesos internos; y, en resumen, las causas extrínsecas (eficientes) actúan, por así decir, cabalgando sobre tales procesos. O como dijo Leibniz²⁶, “toda pasión de un cuerpo es espontánea o surge de una fuerza interna, aunque sea por una ocasión externa”. El principio de que la eficiencia de los determinantes extrínsecos depende de los intrínsecos puede considerarse como una inducción de los órdenes más variados; además está implícita en la regla de oro de Bacon “*Natura non vincitur nisi parendo*”, “Sólo puede dominarse a la naturaleza obedeciéndola.”

Como consecuencia de ello, el determinismo causal es incompleto. Si se tiene a la causación por única causa posible de la determinación, el indeterminismo es inevitable según lo indica la historia de la radiactivi-

²⁶ Leibniz (1695), “Specimen dynamicum”, en *Philosophical Papers and Letters*, compilados por L. E. Loemker, vol. II, pág. 733.

dad natural que, siendo —hasta donde sabemos— un proceso espontáneo, fue erróneamente interpretada como un argumento contra el determinismo en conjunto, cuando en realidad sólo contradice al determinismo *causal*. Empero, la exageración opuesta —que consiste en imaginar que los procesos internos sólo pueden surgir y subsistir en completo *aislamiento* de las circunstancias exteriores— puede conducir a extremos igualmente ridículos, tales como el solipsismo. Todo objeto concreto es autoactuante, pero nada en el universo, salvo el universo todo, es autosuficiente. Las cosas concretas no son autosuficientes, pues en realidad siempre se hallan en interacción con una cantidad ilimitada de otros existentes; ni lo son tampoco los objetos ideales, que carecen por completo de automovimiento pues para su misma existencia dependen de alguna mente.

Es común en la historia del conocimiento que aquello que en un principio se tiene por algo totalmente espontáneo resulte, al profundizar la investigación, causado o al menos influido por determinantes externos y viceversa; y lo que al principio parece carecer de estructura termina ostentando su complejidad interna. La explicación de las propiedades del objeto en términos tan sólo de causas externas es sólo una etapa de un proceso en el cual aparecen en sucesión nuevas categorías, entre las cuales se distinguen las de estructura interna, interacción y automovimiento (véase fig. 25).

La autodeterminación completa, o sea, la libertad total es tan ilusoria como es insuficiente la causación eficiente (entendida como compulsión externa). Para representar de modo adecuado la realidad puede imaginarse una síntesis de autodeterminación y determinación extrínseca, en la cual las causas se conciben como desencadenantes de procesos internos y no como agentes que moldean una arcilla pasiva. De este modo se

evitan las exageraciones del ambientismo y del innatismo, con sus secuelas de relativismo y absolutismo. Ahora bien: si se considera que las causas eficientes extrínsecas sólo son eficientes en la medida en que son inherentes a procesos internos, se da lugar al *puede* a expensas del *debe*; y la novedad resulta posible, no sólo como producto del encuentro fortuito de líneas de desarrollo inicialmente independientes, sino también que emergen del injerto no aditivo de un proceso en otro. Pero el problema de la novedad merece capítulo aparte.

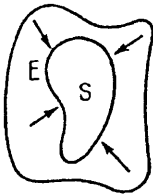
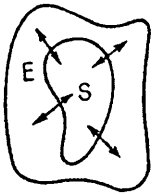
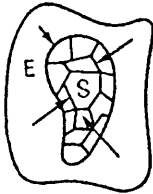
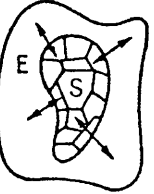
Grado de aproximación	I. AUTOMOVIMIENTO: sistema aislado.	II. CAUSALIDAD: sistema bajo la acción del medio ambiente.	III. INTERACCIÓN: S y E interactúan
Aproximación de <i>primer grado</i> : tanto S como E se consideran como totalidades			
Aproximación de <i>segundo grado</i> : se toma en cuenta la estructura de S, o la de E, o la de ambas.			

Fig. 25. Relaciones entre el sistema y el ambiente: tipos principales.

8. Causalidad y novedad

La causalidad es indudablemente una teoría del cambio. Pero ¿consigue acaso explicar el cambio radical, o sea, aquella transformación que consiste en la emergencia de cosas dotadas de nuevas propiedades? Éste es el problema del cual nos ocuparemos en el presente capítulo.

Dos respuestas extremas a aquella pregunta han sido presentadas dentro del marco de la teoría de la causalidad. De acuerdo con la primera de ellas, sólo las causas eficientes pueden acarrear novedad; de acuerdo con la segunda, la doctrina causal se invoca precisamente contra la posibilidad de que emerja algo nuevo. Si se acepta la síntesis de autodeterminación y determinación extrínseca esbozada en el capítulo anterior, se hallarán inadecuadas ambas soluciones y una vez más se buscará una síntesis. La que aquí sugerimos es simplemente ésta: la causación es insuficiente para producir cambios cualitativos, pero por lo común tiene parte en ellos.

Empero, antes de encarar el cambio de propiedades debemos examinar el impacto de la causalidad sobre el concepto mismo de propiedad.

8.1. EL CAUSALISMO LLEVA APAREJADA LA DICOTOMÍA ESCOLÁSTICA SUSTANCIA-ATRIBUTO

8.1.1. *El impacto del causalismo en la teoría de la relación sustancia-atributo*

Si, como lo sostiene la doctrina de la causalidad, una cosa puede adquirir sus determinaciones tan sólo mediante la acción de causas eficientes externas a ella; si se supone que las propiedades están adheridas *ab extrinseco* sobre una sustancia pasiva cuya única propiedad peculiar es la capacidad de recibir propiedades, siendo por otra parte inmutable, independiente y simple; si, en resumen, la sustancia es incapaz de cambiar y sólo sirve de receptáculo, portador o sostén de atributos (*substantia accidentibus*), entonces cualquiera de la siguientes consecuencias es posible:

I) La sustancia y los atributos pueden existir separadamente la una de los otros, la primera como el *ens* incalificado de los escolásticos y las propiedades como ideas platónicas.

II) La sustancia puede existir por sí misma como entidad incalificada, pero los atributos no pueden existir sin un sustrato en el cual insertarse; como las formas de Aristóteles, que son inherentes a una “materia” pasiva sin poseer ellas mismas existencia autónoma; o como los “accidentes” de Tomás de Aquino, que se agregan a la esencia inmutable y dependen de la sustancia.

III) Los predicados pueden existir por sí mismos, y la existencia del sustrato es contingente.

En todos estos casos la sustancia y los atributos se consideran inmutables, como si hubiera en el mundo una provisión limitada de diferentes cualidades o propiedades que pudieran sumarse exteriormente y adherirse a la *re substantia* como etiquetas ya preparadas.

Estas concepciones de la naturaleza de las propiedades y el cambio excluyen la emergencia de la novedad auténtica en la totalidad: sólo admiten la circulación, pero no la aparición de la novedad. Obsérvese que no son tan sólo piezas gastadas de metafísica escolástica, sino consecuencias forzosas de la exterioridad de la causación eficiente.

Ocioso es decir que todas las antedichas consecuencias de la doctrina de la causalidad son refutadas por la elaboración teórica de la experiencia¹, o sea, por la ciencia, pues si no es mediante la abstracción no podemos encontrar cosa alguna que esté desprovista de cualidades y se mantenga al margen del cambio; y si no es por medio de la abstracción, tampoco podemos encontrar cualidades fuera de los objetos que las poseen (razón por la cual la expresión 'emergencia de cualidades' debe entenderse tan sólo como una metáfora conveniente para expresar la 'aparición de nuevas cualidades en un objeto'). Las antedichas posibilidades conceptuales derivadas del causalismo equivalen a considerar la vinculación sustancia-atributo como una *relación contingente*, es decir, que no surge de la naturaleza de ninguna de las dos partes. O sea, que el causalismo lleva a concebir los atributos de las cosas como determinaciones accidentales (los *accidentia* de los escolásti-

¹ En el lenguaje cotidiano decimos a menudo que la *experiencia* refuta tal o cual idea. Sin embargo, la experiencia por sí misma no puede confirmar ni desmentir una hipótesis: sólo una idea puede verificar o refutar otra idea dentro de un contexto teórico o cuerpo de ideas dado; en particular, las ideas *sugeridas por la experiencia* (¡y nunca de modo inequívoco!) pueden confirmar o refutar otras ideas que tienen contenido fáctico. Al revés de lo que afirma el empirismo tradicional, la experiencia no es autosuficiente sino siempre instrumental, pues nunca comparamos ideas con experiencias sino sólo las primeras o las segundas entre sí.

cos), como contingentes, ya sea con respecto a la esencia misma de las cosas, o entre sí, o ambas cosas a la vez. Esta interpretación fenomenista de las cualidades y del cambio cualitativo sólo es posible, desde luego, suponiendo que las cosas carezcan de un automovimiento que les permita “afirmar” su ser particular —su “personalidad”, para incurrir en un término antropomórfico.

8.1.2. *La contingencia de los atributos en el hegelismo y en el positivismo*

La tesis de la contingencia de los atributos no es, empero, exclusiva de las ontologías causales. Puede encontrarse también, en forma más o menos explícita, en dos metafísicas influyentes que a primera vista nada tienen en común fuera de su aversión por el causalismo: a saber, el hegelismo y el empirismo.

Como Leibniz antes de él, Hegel sostuvo que las entidades conceptuales son necesarias, mientras que las naturales son contingentes, o sea, que podrían haber sido otras; y son contingentes por ser “externas a su propio concepto”, por constituir aglomeraciones inconexas de propiedades externamente relacionadas². Las propiedades del objeto concreto (*das unmittelbar Konkrete*) son lógicamente exteriores entre sí y no pueden deducirse unas de otras, razón por la cual su existencia en un objeto dado no es necesaria sino “más o menos indiferente”³. Es decir que, según Hegel, las pro-

² Hegel (1817), *Enciclopedia de la ciencias filosóficas, Filosofía de la naturaleza*, seccs. 248-250.

³ Hegel, op. cit., secc. 250: “Das unmittelbar Konkrete ist eine Menge von Eigenschaften, die aussereinander und mehr oder weniger gleichgültig gegeneinander sind.”

piedades ni se deducen analíticamente unas de otras (lo cual es cierto) ni constituyen sistemas (lo cual es erróneo); son simples cúmulos de rasgos accidentales. En consecuencia, el juego de las formas tiene en la naturaleza el carácter de un “azar ilimitado e irrestricto” (*ungebundene zügellose Zufälligkeit*⁴). La naturaleza es, en suma, el reino de la contingencia y el acaso. Esta opinión, resucitada posteriormente por Boutroux⁵ (el filósofo), fue una de las razones que inspiraron a Hegel desprecio por la naturaleza (otra razón, presumiblemente, fue la terca negativa de la naturaleza a conformarse a sus esquemas).

El problema de la relación sustancia-atributo apenas se presenta en el empirismo, pues esta escuela considera la sustancia como un producto de la fantasía; pero no por la consideración ontológica de que no existe materia sin algún tipo de movimiento, sino por la razón gnoseológica de que ese sostén constante y simple de las cualidades trasciende la percepción. En cambio el empirismo sostiene que las cosas son *agregados desorganizados de datos sensoriales*, que carecen tanto de un portador independiente como de un vínculo interior necesario; que los sucesos simplemente se dan (en la experiencia) sin que haya ninguna conexión genética entre ellos ni entre las cualidades de cada complejo o agregado de sensaciones, salvo que tal vínculo les sea impuesto desde arriba por Dios como creía Berkeley (el más consecuente de los empiristas). De esta doctrina de las cualidades y el cambio se deduce, por supuesto,

⁴ Hegel, op. cit., sec. 248.

⁵ E. Boutroux (1874), *De la contingence des lois de la nature*. Todo este libro se funda en la falaz identificación de ‘ley natural’ (o ley₁) con ‘enunciado legal’ (o ley₂), o sea, con el conocimiento humano, aproximado, de la primera.

que “cuanto vemos podría ser también de otro modo”⁶, y que las leyes de la naturaleza y de la sociedad no son sino resúmenes de la experiencia, reglas o prescripciones empíricas (*Vorschriften*)⁷ que podrían haber sido diferentes. En síntesis, de acuerdo con el empirismo las leyes son *contingentes* con respecto a la naturaleza de las cosas, y ello por la simple razón de no tratarse de cosas situadas en un mundo exterior con existencia independiente, sino tan sólo de fragmentos de sensaciones: y lo que la experiencia establece, otra experiencia puede demoler.

De modo que dos variedades del inmaterialismo, a saber, el idealismo objetivo y el empirismo radical, extraen, con respecto al problema de las cualidades y de sus cambios, conclusiones similares a las tesis escolásticas; en realidad, todas ellas terminan en alguna especie de fortuitismo en el dominio de la naturaleza, por más que retengan la necesidad estricta en el terreno del discurso. En los tres casos —escolástica, hegelismo y empirismo— la tesis ontológica de la contingencia de la naturaleza es un resultado del idealismo; en el caso de la mayoría de la filosofías escolásticas de la naturaleza hay además otra fuente, por más paradójico que pueda parecer a primera vista: el determinismo causal.

⁶ Wittgenstein (1922), *Tractatus Logico-Philosophicus*, 5, 63, 4.

⁷ Mach (1905), *Erkenntnis und Irrtum*, cap. XXIII, define las leyes de la naturaleza como “restricciones a la expectación”. Schlick (1931), “die Kausalität in der gegenwärtigen Physik”, *Die Naturwissenschaften*, 19, 145 (1931), pág. 156, llama a las leyes reglas de procedimiento. ¿Quién pone en duda que lo sean? La cuestión es si son, además, reconstrucciones conceptuales de pautas objetivas, único modo, al parecer, de explicar por qué, siendo prescripciones, no son arbitrarias.

8.1.3. *Mas allá del causalismo y del accidentalismo*

Cuando se lleva consecuentemente a sus últimas conclusiones, la doctrina de la causalidad eficiente puede conducir al indeterminismo. Y no podría ser de otro modo, pues el concepto escolástico de la cualidad y la alteración como *accidentia* ajenos a la naturaleza de las cosas y que les son impresos desde afuera como etiquetas fácilmente reemplazables, complementa la creencia de que nada (con excepción de Dios) puede ser causa de sí mismo, sino que todo debe estar determinado *ab extrinseco* por alguna otra cosa.

Una forma de evitar el indeterminismo sin desechar la creencia en la exterioridad de la causación, es adoptar la doctrina de Malebranche acerca de las causas ocasionales, doctrina que en el dominio de la ética conduce desde luego a una servidumbre no menos completa que la desesperada impotencia a la cual lleva el indeterminismo. Si la materia sólo fuese extensión susceptible de ser empujada y arrastrada de un lugar a otro y si la mente no fuera sino una *tabula rasa* susceptible de recibir estímulos externos, como creía el Padre Malebranche, entonces éste habría tenido razón al considerar el cambio como producto exclusivo de la eficiencia de Dios. Pero el ocasionalismo de Malebranche, arraigado en la identificación de la materia con la extensión pasiva y en el prejuicio de la esencial pasividad de los “espíritus finitos”, es del todo incompatible con la ciencia moderna, que revela el carácter dinámico del mundo real y la gran medida de espontaneidad en el comportamiento de toda porción de materia tanto sensible como inanimada. Además esta especie de determinismo causal se refuta a sí misma, pues desaloja del mundo a la causación, convirtiéndola en exclusivo privilegio de Dios, única “sustancia” activa y eficiente.

La ampliación de la causalidad hasta incluir la auto-determinación condujo a Spinoza y a Leibniz a modificar la tradicional definición de sustancia, que etimológicamente significa aquello que no cambia⁸. Uno y otro afirmaron que la sustancia misma de las cosas consiste en su actividad y así reconocieron de modo más o menos claro que las causas eficientes no son productoras suficientes del cambio, pues su eficiencia depende de la profundidad con que puedan afectar los procesos internos. Leibniz⁹ llegó hasta el punto de declarar que “los cambios naturales de las mónadas provienen de un *principio interno*, dado que una causa externa no podría influir en su interior”. Los descubrimientos científicos de la propia época de Leibniz (dinámica moderna, “filosofía corpuscular”, embriología, etc.) brindaban, por cierto, apoyo a la doctrina del automovimiento; pero no justificaban su exageración por parte de Leibniz, exageración a la cual éste fue impulsado en parte por los escritos herméticos, que siempre habían subrayado los “principios internos” de las cosas y del hombre.

Creemos que el curso adecuado es la síntesis de las determinaciones extrínseca e intrínseca, sugerida en el capítulo anterior; y que esta síntesis pone término a toda la charla relativa a los *accidentia*, al hacer inteligibles tanto la cualidad como el cambio cualitativo.

⁸ Una clara definición de la “idea oscura y relativa de la sustancia en general” puede verse en Locke (1690), *An Essay Concerning Human Understanding*, lib. II, cap. XXIII, 2.

⁹ Leibniz (1714), “Monadología”, sec. II, en *Philosophical Papers and Letters*, ed. L. E. Loemker, pág. 1045.

8.2. LA CAUSALIDAD IMPOSIBILITA LA VERDADERA NOVEDAD

8.2.1. *El principio "Causa aequat effectum"*

Si la acción conjunta de varias causas es siempre una yuxtaposición externa, una superposición y en ningún caso una síntesis con rasgos propios (cf. 6.2) y si los hipotéticos pacientes sobre los cuales actúan los agentes causales son objetos pasivos incapaces de espontaneidad o de autoactividad —incapaces, en suma, de agregar algo propio al vínculo causal (cf. 7.1)— entonces se deduce que, en cierto sentido, *los efectos pre-existen en sus causas*.

De acuerdo con esta extrema pero coherente doctrina de la naturaleza de la causación, *sólo cosas viejas pueden resultar del cambio*: los procesos pueden dar origen a objetos nuevos en número o en algún respecto cuantitativo, pero no en su *índole*; es decir, una vez más, que no pueden emerger nuevas cualidades. Un mundo que funcionará de acuerdo con un patrón estrictamente causal sería tal como el que imaginaron los yogis, los tomistas y los newtonianos del siglo XVIII, a saber, un universo sin historia, el cual no evolucionaría en ningún sentido y describiría (como Hegel dijo de la naturaleza) un círculo perpetuo según el modelo del movimiento aparente de los astros (antes de que la condición "corruptible", mutable, de éstos fuera descubierta por Tycho Brahe y Galileo). La fórmula que resume esta versión extrema del causalismo es la siguiente: "*Nada hay en el efecto que no haya estado antes en la causa.*"

Pero esta tesis admite dos variantes que excluyen la novedad (por lo menos como suceso natural). De acuerdo con una de ellas, el efecto incluye *lo mismo* que la

causa (simbólicamente $C = E$), mientras que según la otra el efecto contiene *menos* que la causa (simbólicamente $C > E$). En el primer caso tenemos la antigua fórmula *Causa aequat effectum*, que de ningún modo debiera ser aceptada por los creyentes que no deseen contradecirse, pues implica la naturaleza divina de las obras del creador (herejía panteísta). Por ello los tomistas afirman que “lo semejante engendra lo semejante”, que la causa y el efecto se parecen entre sí o por lo menos no pueden ser demasiado diferentes, pues “todo agente tiende a inducir su propia semejanza en el efecto, en la medida en que el efecto puede recibirla”¹⁰—, con la importante salvedad de que el efecto nunca recibe *todo* el contenido de la causa.

Antes de analizar esta importante y difundida teoría del cambio, será conveniente situarla en su contexto histórico.

8.2.2. *Arcaicos orígenes de la creencia en la inmutabilidad*

Una de las más antiguas exposiciones escritas de la antedicha concepción del cambio aparece en las *Upánishads* (1000-500 a. C.), donde se dice metafóricamente¹¹ que “Cuanto pertenece al hijo pertenece al padre, y cuanto pertenece al padre pertenece al hijo.” Esta aserción de la identidad de antecedente y consecuente fue también el meollo de la celebrada sabiduría de Salomón¹²; “¿Qué es lo que fue? Lo mismo que será. ¿Qué es

¹⁰ Tomás de Aquino (c. 1260), *Summa contra gentiles*, lib. II, cap. 45.

¹¹ Cf. Radhakrishnan (1931), *Indian Philosophy*, 2a. ed., vol. I, pág. 181.

¹² *Eclesiastés*, I, 9 y 10.

lo que ha sido hecho? Lo mismo que se hará: y nada hay nuevo debajo del sol. ¿Hay algo de que se pueda decir: He aquí que esto es nuevo? Ya fue en los siglos que nos han precedido.” Un sociólogo del conocimiento diría tal vez que esos fragmentos de sabiduría reflejan el tedio de la vida pastoral y agrícola, con sus ciclos recurrentes, y que acaso los inspirara también el anhelo de preservar la correspondiente estructura social.

La más antigua elaboración teórica de la concepción según la cual el efecto es similar a la causa e inclusive está contenido en ella, de modo que ninguna novedad puede surgir de la causación, quizás sea la doctrina religioso-filosófica *Sânkhya*¹³, que apareció alrededor del siglo VII a. C. y que fue una de las más influyentes (es la versión filosófica del sistema yoga). El dogma de la inmutabilidad cualitativa desempeña un papel tan importante en el sistema *Sânkhya* que sus partidarios se llaman a sí mismos *Satkâryavâdin*, término derivado de *sat-hârya-vâda*, preexistencia del efecto en la causa. En contraste con la escuela *Nyâya-Vaiçêshika*, que sostiene una concepción emergentista, el *Sânkhya* afirma que no es lícito hablar del *nacimiento* de algo, sino sólo de su *manifestación*¹⁴, pues nada se crea ni se pierde desde el punto de vista cualitativo: cuanto parece surgir estaba latente y es liberado del estado de causa por un agente que obra desde afuera. Esta con-

¹³ Cf. Radhakrishnan, op. cit., vol. II, págs. 256 y sigs. Hiriyananna (1949), *The Essentials of Indian Philosophy*, cap. V, sp. pág. 109.

¹⁴ Obsérvese la similitud de esta concepción arcaica con la difundida y errónea interpretación del principio de la conservación de la energía, según la cual dicho principio afirmaría que “nada se gana y nada se pierde”. Esta interpretación popular es errónea: lo que el principio afirma es una invariabilidad *cuantitativa* (de la cantidad de energía) a través de los *cambios cualitativos* (de las formas o tipos de energía). Cf. 8.2.6.

cepción, considerada a veces como un ejemplo típico del espíritu conservador de Oriente, ha sido la principal teoría del cambio en Occidente desde fines del período clásico griego.

8.2.3. *La evolución conservadora: del tomismo al mecanicismo*

Una teoría similar del cambio como el desenvolvimiento, crecimiento y manifestación de potencialidades preexistentes bajo la influencia de causas externas, fue sostenida por Aristóteles y elaborada en detalle por los escolásticos musulmanes y cristianos. Según las escuelas peripatéticas, el cambio nada es sino la actualización de lo que siempre había estado presente, sólo que en potencia, o sea, en forma oculta, no manifiesta¹⁵. De donde cuanto está en el efecto debe hallarse de algún modo en la causa: "*Quidquid est in effectum debet esse prius aliquo modo in causa*", máxima tan brillantemente ridiculizada por James¹⁶.

¹⁵ La teoría según la cual todo cambio se reduce a la transición de potencia a acto bajo el influjo de una causa eficiente, está relacionada —sin ser idéntica a ella— con la *teoría germinal* de la novedad o teoría de la preformación, propuesta por los estoicos, adoptada por Agustín e independientemente resucitada por Leibniz. La diferencia esencial entre la teoría de la actualización y la teoría germinal del cambio reside en que la primera atribuye el paso de la potencia al acto a causas externas, mientras que la teoría germinal subraya el desarrollo interno y la finalidad.

¹⁶ James (1911), *Some Problems of Philosophy*, cap. XII. La crítica que James hace de la causalidad peripatética (a la cual llama "interpretación conceptual de la causación") es uno de sus pasajes más felices. Empero, dicha crítica había sido ya adelantada por su muy odiado Hegel, y en cuanto a su propia concepción ("la interpretación perceptual de la causación") es básicamente irracionalista, pues considera la causación como "precisamente lo que sentimos que es, justamente ese tipo de conjunción revelada por nuestras propias series de actividad".

Este aforismo escolástico, por implicar la aserción de que el cambio no es sino el desarrollo o desenvolvimiento de potencialidades preexistentes, excluye lisa y llanamente la emergencia de toda novedad auténtica: aunque afirma la evolución conservadora, niega la epigénesis, es decir, lo que Bergson llamaba la evolución creadora. En particular, esa teoría del cambio excluye la novedad de orden superior y en consecuencia el progreso, que por otra parte es negado explícitamente por otra máxima escolástica, a saber: "La causa es superior a su efecto¹⁷."

Los irracionalistas contemporáneos, en su defensa de lo misterioso de la emergencia, suelen alegar que la negación de la posibilidad del cambio radical es típica de la ciencia moderna. Así Bergson¹⁸ sostiene que la ciencia y en general el intelecto (en contraste con la intuición) no capta la novedad, sino que contempla todo como si estuviese ya dado interesándose únicamente en la repetición. Empero, como hemos visto, la doctrina de que el cambio es el mero desenvolvimiento de capacidades preexistentes tiene orígenes remotos y es por cierto

¹⁷ Cf. Alberto Magno, "Sobre la naturaleza del intelecto", cap. III, en *Selections from Mediaeval Philosophers*, McKeon (compil.), vol. I, pág. 332: "Verdad es, en todas las cosas causadas de modo unívoco con respecto a la naturaleza, que aquello que está esencialmente en la cosa causada, está presente con más poder y más noble y más clara y con anterioridad y más perfecta en la causa de lo causado." Tomás de Aquino (1272), *Suma teológica*, cap. 105, 6: "La causa superior no está contenida en la inferior, sino a la inversa." En vista del éxito de la teoría de la evolución, la neoescolástica admite ahora que el progreso biológico, aunque sea imposible con la sola ayuda de causas "secundarias" (naturales), se hace posible con la de la Causa Primera. Cf. George P. Klubertanz, S. J., "Chance and Equivocal Causality", *Proceedings of the XIth International Congress of Philosophy*, 1953, vol. VI, pág. 203.

¹⁸ Bergson (1907), *L'évolution créatrice*, págs. 29 y sigs.

tan antigua como la tesis bergsoniana (y totalista) de que la emergencia de la novedad es básicamente ininteligible.

Una parecida ineptitud para explicar la novedad se le ha atribuido —esta vez con razón— al mecanicismo. Es verdad que la filosofía mecanicista no admite la emergencia de la novedad, sino que procura nivelarlo todo al plano de las acciones y reacciones mecánicas. Recuérdense la definición que da Diderot¹⁹ de ese tipo tan enigmático de materia: “La vida es una sucesión de acciones y reacciones... Nacer, vivir y morir es cambiar de forma.” Pero los filósofos mecanicistas no *inventaron* la teoría del cambio sin novedad: lo único que hicieron fue aceptar, reforzada y racionalizada, la imagen del cambio como circulación de una cantidad limitada de formas; y esto resulta muy comprensible, pues la doctrina de la evolución conservadora satisface tanto la exigencia científica de prescindir de intervenciones arbitrarias providenciales desde el momento en que la máquina del mundo ha sido creada, cuanto satisface también el dogma de la creación sin antecedentes. Al revés de los escolásticos, los pensadores mecanicistas de los siglos XVII y XVIII no otorgaron a la Deidad la aptitud para crear novedades después de haber dotado a la materia de todas las cualidades (que se reducían tan sólo a algunas propiedades primarias). Dios, cuando se lo reconocía, era un propietario absentista (como en el caso de la mayor parte de los deístas) o un mecánico que reparaba la máquina cósmica de tiempo en tiempo, aunque sólo en sentido cuantitativo, es decir, restaurando la cantidad de movimiento perdido durante los choques inelásticos, según pensaba Newton.

¹⁹ Diderot (1769), “Rêve de d’Alembert” (publ. en 1830), en *Oeuvres*, pág. 930.

Así como la mayoría de los escolásticos habían sostenido que la causa es *superior* al efecto, Descartes²⁰ sostuvo que la causa es *superior o igual* a éste (simbólicamente, $C \geq E$); y todos los demás filósofos mecanicistas aceptaron —por lo menos en lo tocante a los fenómenos naturales— la tesis de la *equivalencia exacta* entre la causa y el efecto. En realidad, explícitamente o no, los mecanicistas rechazaron la degradación progresiva que exigían la mayor parte de los sistemas de teodicea, y sostuvieron el principio de *Causa aequat effectum*. Este principio conservador desempeñó en un tiempo un papel progresivo (hoy casi olvidado), entre otras razones porque implicaba el repudio de los milagros. (En 8.2.6 mencionaremos otras de sus características positivas.) Pero el precio pagado por tal racionalización del mundo fue una vez más la extraterrenalidad, aunque por cierto que de tipo muy intelectual. En efecto: si el universo material era un aparejo mecánico en el cual nada nuevo podía emerger, el “origen primero” de las cosas exigía un primer (y casi siempre último) milagro. Esto lo comprendió claramente Newton²¹: “La necesidad metafísica ciega, que es ciertamente la misma siempre y en todas partes, no pudo producir ninguna variedad de cosas. Toda esa diversidad de cosas naturales que hallamos adecuada a diferentes tiempos y lugares sólo pudo surgir de las ideas y la voluntad de un Ser necesariamente existente”.

Como la doctrina de la causalidad estricta hacía imposible la novedad radical, la emergencia de la novedad tenía que ser negada, o bien asignarse a lo que por

²⁰ Descartes (1641), *Méditations*, 3a. med.: “es evidente a la luz de la naturaleza que debe de haber por lo menos tanta realidad [o perfección] en la causa eficiente total como en su efecto”.

²¹ Newton (1687), *Pincipia*, ed. Cajori, Gen. Schol., pág. 546.

definición era absolutamente autónomo, libre, espontáneo: el espíritu, con mayúscula o sin ella. (Algunos ocultistas contemporáneos, como por ejemplo Ouspensky, sostienen que la única fuente posible de novedad es la voluntad psíquica libre, fundamento de la magia; el totalismo ortodoxo, por su parte, considera la emergencia como una especie de misterio mágico, más allá del alcance de la ciencia.) En cuanto al progreso —que por definición implica la emergencia de novedad superior a partir de niveles preexistentes del ser—, era desde luego inexplicable en términos mecánicos, pues el mecanicismo es esencialmente reduccionista: para el mecanicismo, el término ‘superior’ sólo puede significar más complejo, nunca cualitativamente más rico.

8.2.4. *Inmutabilidad cualitativa y causación en el kantismo*

En esencia esa misma imagen cualitativamente inmutable del universo fue adoptada por Kant, quien empero se las arregló para empobrecerla privando a la mecánica del automovimiento (inercial)²² e imaginando la existencia de una barrera insuperable entre esencias inmutables y apariencias cambiantes, barrera que —dicho sea de paso— correspondía a la más pura tra-

²² Aun durante su período juvenil de entusiasmo por las teorías de Newton, Kant (como Voltaire antes que él) sólo captó lo que de ellas había sido popularizado, a saber, la teoría de la gravitación universal (a la cual Kant agregó una repulsión universal). El movimiento, tal como Kant lo concebía, era el resultado de dos fuerzas opuestas, una de atracción, y la otra de repulsión: y por lo tanto era siempre causado. Cf. su *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* (1755), esp. cap. I. La opinión corriente de que la filosofía kantiana no fue sino la traducción del newtonismo a la metafísica no vale para el caso de esta obra.

dición platónica. De acuerdo con la ontología kantiana, la causación es una forma del pensamiento (cf. 1.6), una categoría perteneciente al tejido conceptual de las categorías, tejido donde está pintada la experiencia humana, por lo que ninguna experiencia puede llegar a refutar el principio causal. Ahora bien: la experiencia capta fenómenos, que fluyen sobre el núcleo inmutable de las cosas en sí, a las cuales no se aplica la causalidad. En consecuencia, como lo ha explicado un neokantiano²³, según la filosofía crítica “a pesar de todos los cambios fenomenales el mundo sigue siendo esencialmente el mismo: la causa es sólo la forma adoptada con anterioridad por el efecto, y el efecto es la forma que adopta la causa. El verdadero significado de la ley causal es, pues, que nada nuevo hay en el mundo; y en ese sentido, ciertas adquisiciones esenciales de la física moderna, en primer lugar el principio de la conservación de la energía y la ley de conservación de la carga eléctrica, deben considerarse como expresiones de la ley causal”.

La opinión kantiana de que la causación no produce novedad parece haber sido introducida en Gran Bretaña por William Hamilton²⁴, para quien todo el significado del “fenómeno intelectual de la causalidad” es, que “todo lo que ahora se ve surgir bajo una nueva aparien-

²³ Lothar von Strauss und Torney, “Das Kausalprinzip in der neuen Physik”, *Annalen der Philosophie*, VII, 49 (1928), pág. 72. Pero la conservación de la carga nada tiene que ver con la supuesta igualdad de causa y efecto, como tampoco ninguna otra cantidad invariante; y la conservación de la energía, lejos de significar inmutabilidad, significa la equivalencia cuantitativa entre formas de energía cualitativamente diferentes.

²⁴ W. Hamilton (1858-1860), *Lectures on Metaphysics and Logic*, lecc. XXXIX, II, págs. 377-378. En Mill (1865), *An examination of Sir William Hamilton's Philosophy*, vol. II, págs. 25-26.

cia, existía previamente bajo una forma anterior... Se concibe así una tautología absoluta entre el efecto y su causa. Creemos que las causas contienen todo cuanto está contenido en el efecto, y que el efecto nada contiene que no estuviera ya contenido en las causas". Según esta concepción, pues, el cambio se reduce en última instancia a la permanencia; y la variedad, a la identidad: se presenta una descripción causal del universo que no tiene por qué ser enteramente estática; pero que es a lo sumo periódica, pues sólo admite repeticiones. El cambio se tolera sólo para indicar cuán similar es el presente al pasado. Como dice el refrán francés, *Plus ça change plus c'est la même chose*²⁵.

Tal es el pobre resultado del sutil juego kantiano de las categorías antinomias y analogías de la experiencia: una errónea solución arcaica del problema central de la ontología, es decir, del problema de cómo explicar en forma racional y verificable la posibilidad de la novedad.

8.2.5. *La legalidad general da cuenta de la novedad excluida por el causalismo*

El pobre cuadro del devenir pintado de diversos modos por el *Sāṅkhya*, por la escolástica y por el mecani-

²⁵ Meyerson, que estaba en muchos aspectos cerca del kantismo, llevó esta concepción del cambio y la causación a su límite extremo, afirmando que la ley de causación es sólo una forma del principio lógico de identidad. Cf. *Identité et réalité* (1908), págs. 33 y *passim*. En "Hegel, Hamilton, Hamelin et le concept de cause", repr. en *Essais* (1936), págs. 28 y sigs. Meyerson observa la influencia de Hegel sobre la doctrina de Hamilton acerca de la causalidad. Empero, Hegel había *denigrado* la causalidad justamente por la "tautología" que ella implica y había afirmado que la causalidad no es válida en el reino de la vida y del espíritu. Cf. Hegel (1812, 1816), *Science of Logic*, vol. II, págs. 92 y sigs.

cismo, y adoptado por Kant, comenzó a cambiar hacia fines del siglo XVIII bajo la influencia de dos movimientos que por otros conceptos eran en gran medida antagónicos: la filosofía romántica y la ciencia. La ciencia natural descubrió pautas de cambio no mecánicas, en especial la evolución biológica; y algunos de los filósofos románticos, en particular Hegel, elaboraron —por cierto que en forma fantástica y en la mayoría de los casos ininteligible— la teoría dialéctica del cambio, cuyo núcleo es la hipótesis de que el cambio radical es producido por la tensión y síntesis final de tendencias opuestas. Desde entonces, cada vez existe mayor asenso entre los hombres de ciencia sobre la circunstancia de que no hay un signo de igualdad entre *cada* causa y su correspondiente efecto, de que a veces puede haber “menos” (como pensaba Tomás de Aquino), pero en puntos cruciales, puede haber “más” en el efecto que en la causa. La novedad genuina, inexplicable en el causalismo estricto, es ahora comprensible —al menos en principio— con ayuda de todas las categorías de determinación, sin excluir la causación.

La descripción, explicación y predicción científicas del cambio, ya sea cuantitativo o cualitativo, se llevan a cabo con ayuda de enunciados legales (cf. caps. 10 a 12); entre las leyes las hay con un fuerte componente causal, como la ley newtoniana del movimiento, y leyes de emergencia, como las de la formación de moléculas a partir de átomos. Ahora bien, si la emergencia de una nueva propiedad aislada (nueva por supuesto en un contexto dado) no tiene por qué acarrear la emergencia correlativa de nuevas *leyes*, ¿qué diremos de la emergencia de sistemas enteros de nuevas cualidades? Parece que tal cambio básico debe traer consigo un cambio en las leyes o, si se prefiere, la adición de otras nuevas como en el caso de las leyes del comportamiento social

con respecto a las de la vida. Tal novedad en las leyes (de la naturaleza o de la sociedad) que parece acompañar la emergencia de un nuevo nivel de integración es, por supuesto, *relativa* al contexto dado. Es decir, que las leyes emergentes no tienen por qué ser entera y absolutamente nuevas, o sea con independencia de los contextos; sólo tienen que ser nuevas con respecto a las leyes a que obedece el objeto en cuestión, que se desarrolla hasta el punto en que aparecen los nuevos modos de comportamiento. Algunas de esas emergencias de nuevos sistemas de cualidades, probablemente acompañadas por la emergencia de nuevas leyes, pueden haber ocurrido y pueden ocurrir en el futuro por *primera vez* en la historia del universo, como presumiblemente ocurrió con los niveles de la vida, el pensamiento y la organización social.

En todo caso, sea que se trate de la novedad original o tan sólo de la relativa, la aparición de entidades caracterizadas por conjuntos enteros de nuevas propiedades (o sea, por la emergencia de un nuevo nivel del ser) parece implicar cambios en las leyes del modo de ser y devenir de las aludidas entidades, pues después de todo las leyes son pautas del ser y del devenir, y pautas tales que afectan a las cualidades. Consideremos las leyes de las combinaciones químicas: sabemos que no tienen aplicación alguna fuera de cierto intervalo de temperatura. Por ello, sin necesidad de haber efectuado ningún experimento sobre el terreno, sabemos que ninguna reacción química se produce en el interior de las estrellas conocidas, dada su alta temperatura. Pero en cuanto una porción de materia presente en la atmósfera estelar se enfría hasta el punto en que son posibles dichas reacciones, en ese punto crítico puede ocurrir un cambio radical en el sistema de cualidades que caracterizan el trozo de materia en cuestión. Las

propias leyes de la naturaleza pueden cambiar en él, al menos en el sentido de que nuevas leyes (en relación con las que habían actuado en esa porción de materia hasta producirse el cambio de que se trata) pueden surgir de las viejas leyes, o bien —si se prefiere la terminología mecanicista— nuevas leyes se *sumarán* a las anteriores. Para ser más específicos, en una masa de materia, dentro de una gama particular de temperatura, sólo se producirán cambios mecánicos, termodinámicos y electrodinámicos. Pero más allá de una temperatura crítica pueden comenzar a operar los fenómenos termonucleares; y por debajo de otra temperatura crítica dada pueden comenzar a actuar las leyes químicas.

Esto tiene una importante consecuencia para la teoría de la causación, a saber, que las conexiones causales no deben aislarse del conjunto de leyes asociadas; o, si se prefiere, que una ley causal se cumplirá siempre que las demás leyes pertinentes no cambien. Pues si las leyes del contexto cambian, entonces la misma causa *C* puede no producir ya el mismo efecto *E*; o sea, que bajo condiciones modificadas la conexión entre *C* y *E* puede alterarse. Así, por ejemplo, una descarga eléctrica producirá un conjunto de fenómenos *físicos E* dentro de cierto intervalo de temperaturas; pero si la temperatura sube o baja hasta un punto dado, esa misma descarga puede provocar un resultado *químico E'* (emergencia de moléculas a partir de átomos).

Hasta meros cambios en el sistema de referencia pueden producir cambios cualitativos. Recuérdese el campo magnético clásico de un cuerpo cargado en movimiento: dicho campo sencillamente no existe en el sistema de referencia de la carga, pero sí en los sistemas en movimiento relativamente a la carga en cuestión. Tal cambio cualitativo no requiere cambio alguno en las *leyes* de los fenómenos variables. Además, se supo-

ne que *las leyes* son independientes del sistema de referencia (principio de la covariancia de las leyes naturales; pero las *soluciones* de las correspondientes ecuaciones dependen del sistema de referencia, y son precisamente las soluciones las que guardan correlación con los fenómenos. En otras palabras, la uniformidad de la naturaleza no rige para los fenómenos (que son relativos) sino para las leyes de los fenómenos (que son absolutas); o, si se prefiere, aunque se *supone* por lo general que el lugar y el tiempo no afectan a las leyes naturales, se *sabe* que los sucesos son relativos a su contexto espacio-temporal.

Podría darse otra manera en la cual los fenómenos variasen sin que por ello se modificaran las leyes: que alguna de las llamadas constantes fundamentales de la naturaleza (la constante gravitatoria, la velocidad de la luz en el vacío, la constante de Planck, etc.) cambiara a través del tiempo. Si así ocurriera —y no hay motivo *a priori* para rechazar esta posibilidad—, las leyes físicas seguirían siendo constantes; pero los fenómenos cambiarían en el tiempo. En consecuencia, ya no tendríamos derecho a afirmar que “si ocurre *C* entonces *E* siempre será producido por él”, sino que tendríamos que agregar una condición relativa al lapso dentro del cual podría comprobarse aproximadamente el cumplimiento de tal regularidad²⁶.

²⁶ Empero, si las constantes físicas fundamentales cambian realmente a través del tiempo, deben haber variado a un ritmo extremadamente lento desde que hay vida sobre la tierra, es decir, durante los últimos mil millones de años; en rigor, la vida sólo es posible dentro de una estrecha franja de valores de ciertas variables físicas, tales como la temperatura, cuyos valores dependen esencialmente de tales constantes. Cf. Edward Teller, “On the Change of Physical Constants”, *Physical Review*, 73, 801 (1948).

Podemos, en síntesis, explicar la novedad sin adoptar la “concepción perceptual de la causación” propuesta por James. El repudio de la causalidad o, mejor dicho, la comprensión de su limitado alcance no tiene por qué llevarnos a aceptar la emergencia de la novedad a partir de la nada ni a inclinarnos ante ella “con piedad natural” como nos exhortan a hacerlo los partidarios de la evolución emergente²⁷. La ciencia se ocupa de averiguar las formas específicas de emergencia de la novedad en los diversos órdenes de la realidad, así como de investigar la aparición de nuevos órdenes enteros de la realidad (niveles). Y puede considerarse que el problema central de una ontología científicamente fundada es el de inferir de la ciencia las formas más generales de cambio cualitativo, tarea que puede eventualmente sugerir la búsqueda de otras formas de emergencia.

8.2.6. *Características positivas de la invariancia afirmada por la causalidad*

Las características positivas del principio *Causa aequat effectum* no deben, sin embargo, pasar inadvertidas. Una de ellas concierne a la invariancia cuantitativa, otra a la inmutabilidad y una tercera a la identidad de estructura. La primera restricción del cambio es verdadera, y de ahí positiva, en la medida en que afirma que hay cantidades y relaciones constantes en me-

²⁷ El reconocimiento del carácter emergente o “creador” de la evolución no implica una transacción con la doctrina irracionalista de la evolución emergente, que niega la posibilidad de entender el fenómeno de la emergencia de una nueva cualidad. La determinación (es decir, la legalidad y la productividad) explica la emergencia, por lo menos en principio, y siempre que no se quieran conservar las nociones escolásticas del cambio.

dio del incesante flujo de los fenómenos. La insistencia en la invariancia cualitativa es positiva en la medida en que nos alerta a no esperar novedades radicales a cada paso, pues la novedad es la excepción y no la regla. Por último, la aseveración de que la causa y el efecto son estructuralmente idénticos puede tenerse por uno de los principios de la inferencia científica o, mejor dicho, como uno de los principios ontológicos que subyacen en la inferencia científica. Examinemos por separado las tres interpretaciones de la máxima *Causa aequat effectum*.

La igualdad de causas y efectos ha sido interpretada, desde Aristóteles hasta nuestros tiempos, como sinónimo de legalidad. Así, cuando el Filósofo define la fuerza como causa del movimiento, establece una relación constante entre una causa (fuerza) y su efecto (velocidad); en términos modernos, la ley del movimiento de Aristóteles se expresa como $F = Rv$, donde ' F ' simboliza la fuerza, ' R ' la resistencia al movimiento y ' v ' la velocidad (cf. 4.4.3). Dos milenios después Leibniz²⁸ hace uso explícito del principio de la igualdad de causa y efecto para demostrar lo que ahora llamamos el teorema de la conservación de la energía mecánica. Añadiendo a ese principio filosófico las definiciones Causa = Fuerza y Fuerza = Fuerza viva (el doble de la energía cinética) puede llegar a demostrar sus leyes del movimiento y, lo que es más importante, se siente con derecho a proponer su hipótesis de la conservación de la "fuerza" (energía).

²⁸ Leibniz (1695), "Specimen Dynamicum", en *Philosophical Papers and Letters*, ed. L. Loemker, pág. 726: "Supongo, no obstante, que en verdad la naturaleza nunca sustituye las fuerzas por algo desigual a ellas, sino que el efecto en su totalidad siempre es igual a la totalidad de la causa." Véase también *Teodicea* (1710) secc. 346.

Un siglo y medio después, Julius Robert Mayer razona en forma similar al tratar de demostrar *a priori* el principio de la conservación de la energía (a la cual él da el nombre de fuerza, como era costumbre en su tiempo). El núcleo de su razonamiento (parcialmente erróneo) —o mejor dicho, el núcleo de su propia reconstrucción ulterior de su razonamiento— es éste: “Las fuerzas son causas: en consecuencia podemos, en relación con ellas, aplicar plenamente el principio *Causa aequat effectum*. Si la causa c tiene el efecto e , entonces $c = e$; y si a su vez e es la causa de un segundo efecto f , tenemos $e = f$, y así sucesivamente: $c = e = f = \dots = c$. En una cadena de causas y efectos, un término o una parte de un término nunca puede, como bien lo indica la naturaleza misma de la ecuación, volverse igual a la nada. A esta primera propiedad de todas las causas la llamamos su *indestructibilidad*²⁹. En otras palabras, la principal propiedad de las causas es su conservación; pero las fuerzas son causas (lo cual es cierto en la medida en que el término ‘fuerza’ *no* designe energía) y de ahí que las fuerzas se conserven (lo cual es cierto siempre que el término ‘fuerza’ *signifique* energía). Es verosímil que no fuera éste el orden de ideas original de Mayer; pero al escribirlo le pareció conveniente fundarse en la supuesta autoridad del principio causal, en la más estrecha de sus formulaciones. Además, Mayer llegó hasta el punto de sostener que su propio descubrimiento sólo era una consecuencia del principio causal³⁰,

²⁹ Mayer (1842), “Remarks on the Forces of Inorganic Nature”, en *A Source Book in Physics*, W. F. Magie (compil.), págs. 197 y sigs.

³⁰ Mayer, op. cit., pág. 202: “Concluiremos nuestra disquisición, cuyas proposiciones han resultado como consecuencias necesarias del principio «*causa aequat effectum*».”

como si las cualidades pudieran mantener vinculaciones causales entre sí.

En resumen, ya sea que se entienda como afirmación de constancia cuantitativa, o de equivalencia numérica, o de proporcionalidad, el principio *Causa aequat effectum* ha desempeñado a menudo un papel constructivo o por lo menos ha ayudado a revestir la novedad científica con una fachada respetable. La razón de ello es simple: la máxima de que se trata puede interpretarse como una expresión cuantitativa del vínculo causal. En nuestros días, un principio más neutral y poderoso, el de legalidad, ha pasado a ocupar el lugar de la hipótesis de la invariancia cuantitativa de causas y efectos: las relaciones invariantes han reemplazado a los sucesos inmutables.

En cuanto a la invariabilidad cualitativa implicada en el principio *Causa aequat effectum* (invariancia que Mayer rechazó con razón)³¹, su contenido positivo es el que sigue: en primer lugar, aunque el causalismo puede producir en nosotros un prejuicio contra la novedad, nos alecciona para que no nos dejemos engañar por la novedad aparente; y ésta es en la mayoría de los casos una norma de prudencia pues la novedad genuina no es común. Como dijo Milne Edwards³², “la naturaleza es pródiga en variedades, pero avara en innovaciones”. En segundo lugar, decir *Causa aequat effectum* equivale a afirmar, por ejemplo, que de las moscas pueden esperarse moscas, no perros ni aparatos de televisión, ni

³¹ Mayer, op. cit., pág. 198: la segunda propiedad esencial de todas las causas es la “capacidad de asumir diversas formas... Tomando ambas propiedades a la vez, podemos decir que las causas son objetos (cuantitativamente) *indestructibles* y (cualitativamente) *convertibles*”.

³² Citado por Darwin, *The Origin of Species*, pág. 204.

aun nuevas especies de insectos; esto excluye terminantemente la posibilidad de la transformación de este género animal, cosa que también es cierta en primera aproximación, pues tales cosas no se producen a diario. La inmutabilidad cualitativa afirmada por el causalismo significa que no podemos esperar, de un conjunto dado de causas, cualquier efecto inventado por nuestra fantasía, sino sólo aquel que las condiciones dadas puedan provocar. Hasta este punto, ello está incluido en el principio general según el cual nada se produce *ex nihilo* ni en forma arbitraria, principio que hemos caracterizado como la esencia de la determinación general (cf. 1.5). No sólo el panteísmo sino también los milagros quedan así excluidos.

Un tercer significado que puede asignarse a la máxima *Causa aequat effectum* es el de la invariancia estructural. Ésta es, en verdad, una de las muchas formas en que Russell³³ ha entendido el vínculo causal; oigámoslo: “Veamos, por ejemplo, la transmisión radial: un hombre habla, y su elocución es cierta estructura de sonidos; éstos son seguidos en el micrófono por ciertos sucesos que presumiblemente ya no son sonidos; dichos sucesos, a su vez, son seguidos por ondas electromagnéticas, y luego éstas se transforman nuevamente en sonidos, que gracias a una obra maestra del ingenio se parecen mucho a los emitidos por el orador. Sin embargo, los eslabones intermedios de esta cadena causal no

³³ Russell (1948), *Human Knowledge: Its Scope and Limits*, págs. 485-486. Russell también expresa la recíproca, o sea, que “dadas dos estructuras idénticas, es probable que guarden una conexión causal” (pág. 486). Las excepciones, no obstante, parecen ser demasiado numerosas, como lo indica el hecho de que una misma forma matemática puede estar correlacionada con una infinidad potencial de objetos concretos que poseen una misma estructura.

se parecen, hasta donde sabemos, a los osnidos emitidos por el orador, salvo en su estructura... Parece ocurrir, en general, que si A y B son dos estructuras complejas y A puede causar B, entonces debe haber cierto grado de identidad de estructura entre A y B". Si la correspondencia biunívoca se considera como un rasgo definitorio de la conexión causal (cf. 2.4.1), entonces este último enunciado es tautológico, pues la identidad estructural no es sino correspondencia biunívoca, o sea, coordinación de conjuntos de elementos de clases arbitrarias. Aun así, el enunciado de Russell es útil en la medida en que subraya que el principio causal no implica invariancia cuantitativa ni cualitativa, sino tan sólo la identidad de estructura entre el efecto y su causa: sólo es el *causalismo* el que no da lugar a la novedad.

8.3. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En suma, el causalismo estricto sólo puede explicar la novedad en número y en cantidad: al declarar que los actuales son las meras manifestaciones o los desarrollos cuantitativos de los posibles, el causalismo excluye tajantemente la novedad cualitativa. Así nos encontramos ante la extraña situación de que la doctrina de la causalidad, a la que se atribuye la aptitud para explicar el cambio, termina negando el cambio radical, o sea, aquella variedad de cambio que implica la emergencia de nuevas cualidades. Esta paradoja indujo a Meyerson³⁴ —quien admitía la posibilidad de la nove-

³⁴ Meyerson sostiene que explicar (y en particular, explicar causalmente) equivale a identificar, a reducir una diversidad inicial a una identidad final, a reducir el cambio a la permanencia; y todo

dad pero no concibió otra forma de determinismo que la variedad causal de éste— a la conclusión de que la ciencia deja siempre un residuo irracional. Esta misma paradoja ha conducido a otros a imaginar que la novedad es imposible, o bien que revela el fracaso del determinismo, lo cual sería cierto si el causalismo agotara el determinismo.

La novedad no es el *caput mortuum* imaginado por el irracionalismo; es explicable, pero con la ayuda de todas las categorías de la determinación. Además, el principio causal puede ayudar a descubrir la propia novedad que el causalismo niega. En efecto, allí donde no parece cumplirse el principio “iguales causas producen iguales efectos”, tendemos a suponer que la causa en cuestión *no* ha sido la misma en todos los casos, o sea, que algo *nuevo* se ha deslizado sin que lo advirtiéramos. Como dijo Bernard³⁵, “dado un fenómeno natural, sea cual fuere, un experimentador nunca debe admitir que existe una variación en la expresión de tal fenómeno, si al mismo tiempo no aparecen *nuevas* condiciones en su manifestación”. O sea que, precisamente porque el causalismo es insuficiente para explicar la novedad, brinda un criterio para revelar la emergencia de ésta, o sea, el fracaso de las leyes causales. Lo mismo vale para cualquier ley de conservación: allí donde una tal

aquello que no pueda admitir esta reducción es un residuo irracional. Cf. *Identité et réalité* (1908), *De l'explication dans les sciences* (1921), 2 vols., y *Du cheminement de la pensée* (1931), 3 vols.

³⁵ Bernard (1865), *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, 2a. ed., pág. 86. De ello Bernard infiere que si un fenómeno no se adapta a este esquema, si no puede explicarse en forma causal, el hombre de ciencia debe sencillamente rechazarlo: “la razón debe rechazar el hecho como hecho no científico... pues la admisión de un hecho incausado... es ni más ni menos que la negación de la ciencia” (págs. 87-88).

ley parezca fracasar, debemos suponer que el objeto concreto en cuestión no está tan aislado como se suponía, o bien que algo nuevo ha emergido. Éste es el tipo de inferencia que efectuamos cuando nos falta algo en casa, o cuando conjeturamos la emisión de un neutrino: en uno u otro caso se supone la existencia de una *nueva* entidad (ratero, neutrino, etc.) que restaura la conservación del elemento dado (propiedad, energía, etcétera).

Pero si la *doctrina* de la causalidad es demasiado limitada para explicar todo tipo de cambio, el *principio* causal es compatible con el cambio radical y la causación misma parece tomar parte en la emergencia de toda novedad. Los esquemas ideales del cambio pueden ser puramente causales, puramente fortuitos, puramente autodeterminados, y así sucesivamente; los cambios reales, por lo contrario, son siempre una mezcla o mejor dicho una combinación de varios tipos de devenir; su descripción debe en consecuencia incluir varias categorías de determinación, aunque sólo sea porque los cambios reales afectan a objetos multifacéticos que mantienen numerosas vinculaciones con otros objetos. Los nexos causales pueden no constituir las principales vinculaciones en todos los casos: hasta pueden carecer de intervención en una transformación dada, pero parece acertado suponer que participan de algún modo en el cambio real.

En resumen, la causación participa en la producción de la novedad, por más que no la agote; y aunque el causalismo sea una doctrina conservadora, el principio de causación es compatible con la emergencia de la novedad. Por ello el principio causal tiene su lugar en la ciencia, aunque no con exclusión de otros principios de determinación. En la última parte de este trabajo nos ocuparemos de investigar cuál es ese lugar.

CUARTA PARTE

La función del principio de causalidad en la ciencia

9. Causalidad y conocimiento racional

En esta última parte del presente trabajo investigaremos el lugar que ocupa el principio causal en la ciencia moderna. O sea que hemos de investigar la función de un principio filosófico en la investigación científica. Si resulta que ese principio desempeña en verdad algún papel, nuestra conclusión abonará la tesis general de que la filosofía ni corona la ciencia ni constituye su base, sino que es parte de la sustancia misma de la investigación científica.

Antes de comenzar ese análisis será conveniente aclarar lo que aquí entendemos por conocimiento científico, o ciencia, que es a su vez una provincia del conocimiento racional. En los países de habla alemana, todo discurso *serio* (aunque no necesariamente dotado de sentido, coherente y verificable) tiene derecho a llamarse científico: así, por ejemplo, Husserl describe la fenomenología como *strenge Wissenschaft* (ciencia rigurosa). En cambio, en otros idiomas, y en particular en castellano, suele llamarse “ciencia” a toda disciplina que formula enunciados *comprobables* —o que por lo menos se esfuerza en formularlos— ya sea que dichos enunciados requieran confirmación empírica (como la biología) o no (como la matemática). Por último, en el idioma inglés damos con la paradoja de que la matemática y la lógica, por más que sean disciplinas reconocidamente *científicas* en máximo grado, no son incluidas

habitualmente en la ciencia: en rigor, en este idioma la palabra “ciencia” suele abarcar el estudio de la naturaleza, la actividad espiritual y la sociedad, y excluye las disciplinas que tratan de las formas del pensamiento. (A veces se emplea la denominación “ciencia empírica” para designar todas aquellas ciencias en las cuales la observación y/o el experimento desempeñan un papel decisivo; pero esta designación no es conveniente, por cuanto las ciencias fácticas no son más empíricas que racionales y porque parece implicar un compromiso con la filosofía empirista.)

Aunque la nomenclatura inglesa no sea enteramente satisfactoria, la adoptaremos en lo que sigue: es decir, entenderemos por “ciencia” todo discurso que sea a la vez racional (dotado de significado y coherente) y al menos confirmable en parte por la experiencia, si bien no necesariamente demostrado, o sea, no necesariamente caracterizado por una elevada probabilidad de ser verdadero.

9.1. ¿ES LA CAUSALIDAD CARACTERÍSTICA DE LA CIENCIA MODERNA?

De acuerdo con una creencia bastante difundida, la causalidad tipifica la ciencia desde sus orígenes hasta el nacimiento de la mecánica cuántica, es decir, a grandes rasgos, desde mediados del siglo XVII hasta nuestros días. Pero la mayor parte de los filósofos, y algunos hombres de ciencia, saben que el principio causal ha sobrevivido al nacimiento de la teoría cuántica (cf. 1.2.5) y que el pensamiento causal es mucho más antiguo que la ciencia moderna. La explicación por causas es, en realidad, tan antigua como la descripción fenomenológica de meras sucesiones temporales. Más aún,

la reducción de la determinación a la causación aparece en etapas bastante rudimentarias del conocimiento, aunque probablemente no en las más primitivas de todas. (Por ejemplo, se dice que los isleños de las Trobriand carecen de palabras para designar la causación.) Parece en verdad característico de la mentalidad primitiva¹, al menos en cierto estadio de su evolución, asignar una causa a cuanto existe, comienza a existir, o deja de existir; y particularmente, inventar mitos para explicar causalmente el origen de lo que ahora consideramos autoexistente, inengendrado, incausado, a saber, el universo en su conjunto; así muchas cosmogonías, religiosas o no, además de cumplir una función social satisfacen el ansia de explicaciones causales. Un segundo rasgo típico de la mentalidad primitiva es la ignorancia del azar, la negativa a creer en meras conjunciones y coincidencias fortuitas y la creencia complementaria de que todos los sucesos están causalmente vinculados, ya sea en forma manifiesta u oculta (mágica). Esta creencia en la interconexión causal universal —quizá nacida en tiempos prehistóricos— fue adoptada en la Antigüedad por el estoicismo y es alentada actualmente por los continuadores del pensamiento de la prehistoria².

Debe admitirse, empero, que hay mucha diferencia entre la etapa primitiva y la moderna del pensamiento

¹ Lévy Bruhl, *Les fonctions mentales dans les sociétés inférieures* (1910); *La mentalité primitive* (1922).

² Cf. Clymer (1938), "The Hermetic Teachings", en *A Compendium of Occult Laws*, pág. 116: "Lo que se ofrece a nuestra vista en el universo o Macrocosmos es el pensamiento de Dios, la actividad de la Ley de Causación." (Clymer fue Soberano Gran Maestre de la Confederación de los Iniciados.) Cf. también Amadou (1950), *L'Occultisme: Esquisse d'un monde vivant*, cap. I.

causal: ni el pensamiento primitivo ni el arcaico (pre-clásico) alentaban nuestra concepción de una causación *impersonal*, *legal* y en principio *regulable*³. El pensamiento causal, quimérico en la mayoría de los casos, pero a menudo correcto cuando fue asunto de vida o muerte, ha sido una de las primeras formas de explicar el devenir y aun el ser. Al exigir un fundamento para cada existente, ha urgido la búsqueda de vinculaciones objetivas; pero al propio tiempo, al ser incapaz de concebir que algo pueda existir *per se*, por su propia cuenta, sin haber sido creado y al exagerar la interconexión del universo, ha estimulado también la elaboración de concepciones míticas y religiosas del mundo, abstracción hecha de sus notorias raíces sociales.

El pensamiento causal fue codificado por Aristóteles (cf. 2.1). Pero a diferencia de los primitivos y de los niños, que ignoran el azar, el Estagirita lo admitió tanto en el nivel óntico como en el gnoseológico, es decir, a la vez como contingencia objetiva y como un nombre de nuestra ignorancia de las causas reales. Mas el filósofo se negó a admitir el azar como objeto del conocimiento científico, pues por definición "no podemos conocer la verdad con prescindencia de la causa"⁴. Todo objeto, con la única excepción del Motor Inmóvil, existe y eventualmente cambia en virtud de causas de varias clases; sólo la Primera Causa es autocausada. La doctrina causal de Aristóteles fue resucitada y elaborada por la mejor escolástica, cuyo lema fue *Scire per causas*, saber por las causas. El período escolástico fue la edad de oro de la causalidad: a todo se le asignó entonces una causa y hasta las quimeras se explicaron muy detallada-

³ Frankfort y otros (1946), *Before Philosophy*, 2a. ed., págs. 19, 24 y *passim*.

⁴ Aristóteles, *Metafísica*, lib. II, cap. I 993b.

mente en términos causales. Aunque la máxima *Cognoscere causas rerum* —conocer las causas de las cosas— sea el lema de modernas instituciones de enseñanza, no es un indicio de modernidad sino un síntoma de actitud peripatética y, por cierto, también un rasgo de la filosofía cristiana tanto en su tendencia aristotélica como en la platónica⁵.

Ahora bien, lo que caracteriza a la ciencia moderna en cuanto a la causalidad es lo siguiente:

- a) La restricción de la causación a la causación *natural* (naturalismo);
- b) La restricción de todas la variedades de la causación natural a la causación *eficiente*;
- c) El empeño en reducir las causas eficientes a causas *físicas* (mecanicismo);
- d) La exigencia de que las hipótesis causales sean puestas a prueba mediante repetidas observaciones y, en la medida de lo posible, mediante la reproducción en experimentos regulables;
- e) Una extrema *cautela* en la asignación de causas y un perenne esfuerzo por minimizar el número de supuestas causas últimas naturales (parsimonia);
- f) La concentración en la búsqueda de *leyes*, sean o no causales;
- g) La traducción *matemática* de las conexiones causales.

Aun así, la primera característica —a saber, la restricción de las causas a factores naturales— por más que fuera practicada por muchos hombres de ciencia de

⁵ Cf. Gilson (1949), *The Spirit of Mediaeval Philosophy* cap. XVIII. Nigris (1939), *Crisi nella scienza*, págs. 54 y sigs. Hay, por supuesto, excepciones: una es la defensa del fenomenalismo por Duhem y sus sucesores, entre ellos los Padres Gorge y Bergounioux (1938), *Science moderne et philosophie médiévale*.

la Antigüedad, no llegó a ser firmemente establecida hasta el siglo XVIII: antes de esa época se admitían entre los determinantes causales tanto las causas sobrenaturales como las razones.

9.2. CAUSA Y RAZÓN

El principio *Todo tiene su razón* ha solido considerarse como el socio gnoseológico del principio ontológico según el cual *Todo tiene una causa*. Más aún, estos dos principios han estado fundidos en uno solo durante milenios. La identidad de la explicación con la revelación de las causas hasta tiene su arraigo en el idioma griego, en el cual *aition* y *logos* son casi intercambiables pues ambos significan causa y razón. Por otra parte, nuestro lenguaje cotidiano abunda en confusiones de causa con razón y de efecto con consecuente.

La identidad de razón y causa fue consagrada por Aristóteles, a quien debemos la distinción entre las disciplinas demostrativas (o empíricas) y explicativas (o teóricas); el filósofo tenía a las primeras en menor estima que a las segundas, a las cuales consideraba indicadores de las causas de las cosas. Quienes conocen por la experiencia sólo conocen el *cómo* de las cosas (el *quia* escolástico), mientras que quienes poseen el arte alcanzan la inteligencia del *por qué* (el *propter quid* de la escolástica). Y “los hombres no se persuaden de que conocen una cosa mientras no han captado su ‘porqué’ (lo cual equivale a captar su causa primaria)”⁶. En el caso

⁶ Aristóteles, *Física*, lib. II, cap. III, 194b. Cf. también *Analíticos Posteriores*, lib. I, cap. II, 71b: “Suponemos que poseemos el conocimiento científico pleno de una cosa, por oposición al conocimiento accidental que posee el sofista, cuando creemos conocer la causa de la cual depende, como causa de esa cosa y no de ninguna otra; y además

del Estagirita, esta identidad de causa y razón no es mera confusión, por más que pueda haber sufrido la influencia del lenguaje; es, a nuestro entender, un ejemplo de su deliberada identificación de lógica y ontología, identidad que continúa estorbando hoy día la inteligencia de una y otra. Una similar identificación de razón y causa, y en consecuencia de explicación con explicación causal, fue supuesta por la mayoría de los escolásticos peripatéticos. (Alberto Magno se contó entre los pocos que distinguieron la *causa* física de la *ratio* lógica.) Esto indica, una vez más, que la identidad de explicación y explicación causal está lejos de ser peculiar de la ciencia moderna; moraleja: no debemos temer que se nos llame anticientíficos cuando recurrimos a explicaciones no causales.

Los racionalistas del siglo XVII adoptaron la identidad tradicional de causa y razón; pero invirtieron los términos: las causas pasaron a ser razones y, en los más de los casos, razones de índole matemática. Una proposición matemática —y no un agente físico— se consideraba razón suficiente o determinante, no sólo de otra idea sino también de hechos materiales, como si las cosas y las ideas estuvieran en un mismo nivel o como si las primeras dependieran de las segundas. Esta reducción de la explicación *causal* a la explicación *racional* es típica de Kepler, sobre todo durante su juventud, cuando no aceptaba ningún hecho empírico por sí mismo sino que —en forma típicamente racionalista y renacentista— trató de explicar por qué los planetas conocidos eran precisamente seis. (Lo hizo, como es sa-

que dicha cosa no puede sino ser lo que es." En *Del cielo*, lib. II, cap. XI, secc. 2, Aristóteles expresa que la naturaleza nada hace sin un fundamento racional, nada hace en vano: en este caso identifica razón con causa final.

bido, refiriéndose a los cinco poliedros regulares y a las esferas que los contienen.) Para el joven Kepler, la causa última de las cosas es cierta "armonía" matemática; como explica Burt⁷, creía "haber alcanzado una nueva concepción de la causalidad; es decir, creía que la armonía matemática subyacente que puede descubrirse en los hechos observados es la causa de éstos, la razón —como él suele decir— por la cual son como son".

Las explicaciones racionales de este tipo son en cierto sentido todo lo *opuesto* a las explicaciones causales en términos de agentes físicos: eso, por cierto, no podría comprenderlo ningún racionalista de los que creen que la naturaleza está construida matemáticamente y que por ello el uso de la matemática, más que un mero recurso práctico (como sostiene el pragmatismo) y mucho más que el único lenguaje adecuado de la ciencia natural, es el medio de revelar la esencia misma de las cosas. Pues, como dice Galileo⁸, en palabras harto conocidas, el libro de la naturaleza "está escrito en caracteres matemáticos". El convencimiento de que un objeto matemático no sólo puede ser útil en la descripción y

⁷ Burt (1932), *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*, pág. 53.

⁸ Galileo (1632), "Il Saggiatore", en *Opere*, vol. VI, pág. 232. Esto tiene poco que ver con el idealismo platónico, aunque suele confundírsele con él. Ni Galileo ni Kepler eran platónicos, si bien ambos trataron de apoyarse en la autoridad de Platón contra la de Aristóteles. Para Galileo y Kepler, los objetos matemáticos no eran Ideas platónicas que existieran *aparte* de las cosas naturales en un reino propio, sino que eran el propio núcleo del universo. Por ello la "cantidad", considerada en aquellos tiempos como la esencia de la matemática, fue concebida por Kepler como característica fundamental de las cosas y anterior a otras categorías. Para Platón, la separación entre las cosas y las ideas hacía del conocimiento de la naturaleza asunto de opinión; para Kepler y Galileo la esencia matemática de la realidad era el fundamento mismo de la ciencia natural.

explicación de la naturaleza, sino que es en cierto sentido su *causa* —o incluso que el hecho *consiste* en una estructura matemática dada— no es una reliquia del pasado: puede observarse, por ejemplo, entre aquellos físicos para quienes las propiedades cuánticas de la materia consisten en la multiplicación no conmutativa de determinados operadores, o proceden de ella.

9.3. LA CAUSACIÓN Y EL PRINCIPIO DE RAZÓN SUFICIENTE

No debe extrañar, pues, que para el racionalismo ortodoxo —ya sea medieval, renacentista o contemporáneo— el principio de causalidad sea analítico y deba, más aún, enunciarse bajo la forma del principio de razón suficiente. Según este último, que fue el orgullo y el júbilo de Leibniz, *Nada sucede sin una razón suficiente*⁹. Esta proposición ha llegado a ser estimada como el fundamento del ser, como un *principium essendi* y no sólo como un principio del devenir o *principium fiendi*. En realidad el racionalista estricto debiera exigir que se diese una razón no sólo de lo que *comienza* a ser o de lo que *cesa* de ser, sino también de todo cuanto existe incluyendo la totalidad de los existentes, pues “no puede haber hecho alguno verdadero o existente ni

⁹ Leibniz (1714), *Principios de la naturaleza y de la gracia, fundados en la razón*, secc. 7. Aunque utilizado implícitamente durante siglos, y enunciado explícitamente por Spinoza —*Ética* (h. 1666), I, prop. XI—, este principio fue considerado por primera vez por Leibniz como panacea universal. Una breve historia de este principio puede hallarse en Schopenhauer (1813), *Über die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde*, seccs. 6-14, y en Lovejoy (1936), *The Great Chain of Being*, cap. V. Parece ser, empero, que la historia de este importante principio, en relación con el pensamiento científico, está todavía por escribirse.

proposición verdadera alguna que carezcan de razón suficiente para ser así y no de otro modo, por más que no podamos conocer esas razones en la mayoría de los casos”¹⁰.

Pero la confusión del principio causal —que tiene condición ontológica— con el principio de razón suficiente —que es una regla de procedimiento gnoseológica (por más que se lo haya contado a menudo entre los principios de la lógica)— no es monopolio de los racionalistas. La confusión de causa y razón no es peculiar de Kepler, Spinoza o Leibniz: también han caído en ella algunos empiristas¹¹, lo cual no deberá resultar demasiado sorprendente en el contexto de una doctrina que sostiene que la causación pertenece a la esfera del sujeto experiencial y cognoscente. Tal confusión (o dado el caso, deliberada identificación) es paralela a la confusión de la realidad material con su reconstrucción en el pensamiento; ha sugerido la doctrina de la armonía preestablecida entre la razón y la realidad y ha dado pábulo a la noción de que el resultado está contenido en la causa del mismo modo que el consecuente de un raciocinio está lógicamente contenido en sus premisas, de donde nada nuevo puede surgir en el universo a menos que la novedad sea inyectada desde afuera.

¹⁰ Leibniz (1714), “Monadología”, secc. 32, en *Philosophical Papers and Letters*, L. Loemker (compil.), pág. 1049. Cf. también *Teodicea*, secc. 44. Mucho antes, en sus *Réponses aux deuxième objections* (las de Mersenne), Descartes había enunciado la siguiente proposición, a la cual llamó Axioma I: “Nada existe tal que no pueda preguntarse cuál es la causa de que exista.” Si se recuerda que Descartes también identificó “causa” y “razón”, resulta difícil entender por qué Leibniz llegó a considerar ese principio como suyo propio.

¹¹ Cf. Neumann (1932), *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*, pág. 160; Rapoport (1954), *Operational Philosophy*; el cap. 5 se titula “El problema de la causalidad: ¿Por qué existe X?”.

La confusión entre causa y razón en favor de la última fue útil para la ciencia mientras ésta reposó sobre una fe ilimitada en la estructura racionalizable, inteligible de la realidad y sobre la confianza en el poder de la razón para descubrirla. Además, en los comienzos de la ciencia moderna, esa confusión acarreó un gran aumento del alcance de la investigación científica. Dado que la investigación de las causas de las cosas fue interpretada como una presentación de razones —y en lo posible de razones de índole matemática— en lugar de una búsqueda de los vínculos unilaterales causa-efecto entre sucesos separados, de una indagación de las causas últimas ocultas de las cosas y de una formulación de leyes integrales con el esquematismo exigido por el estrecho marco de la causalidad y, sobre todo, en lugar de inventar causas ficticias para cumplir con el causalismo, la ciencia moderna comenzó a inventar *todo* tipo de razones, estableciendo todo tipo de vínculos, ya sea entre cualidades coexistentes o sucesivas del mismo objeto, o entre aspectos de diferentes objetos.

Fue afortunado para la ciencia que Kepler y Descartes consideraran la explicación racional (y particularmente la matemática) como explicación última, y que Galileo la reputara indispensable. Pero la explicación racional en términos de proposiciones matemáticas no podía satisfacer a los físicos para siempre. Por cierto que no satisfizo a Galileo, quien además de razones matemáticas buscó —sin hallarlas— las causas físicas ocultas (a las cuales identificó con fuerzas mecánicas). Tampoco satisfizo a Hobbes, quien trató sin éxito de combinar el atomismo antiguo con la mecánica de Galileo. Y no conformó tampoco a Newton, quien por su parte fue el primero que consiguió presentar una explicación *física* (en contraste con la *racional*) del movimiento de los cuerpos, explicación formulada en el len-

guaje de la matemática. El programa racionalista propuesto por Descartes, que consistía en la derivación de todos los fenómenos físicos de principios *matemáticos* evidentes¹², fue en efecto francamente subvertido por Newton, quien en oposición a los cartesianos (aunque sin mencionarlos explícitamente) afirmó que¹³ “todo aquello que no se deduce de los fenómenos debe recibir el nombre de hipótesis, y las hipótesis, ya sean metafísicas o físicas, referentes a cualidades ocultas o mecánicas, no tienen cabida en la filosofía experimental. En esta filosofía las proposiciones particulares se infieren de los fenómenos, y luego se las generaliza mediante la inducción”.

Desde entonces la ciencia ha venido explicando el mundo, fuera y dentro de nosotros, con creciente éxito especialmente en la medida en que el determinismo ha ido enriqueciéndose sin advertirlo con la adición de nuevos tipos, no causales, de ley científica. La ciencia moderna, al menos a este respecto, ha cumplido con la exigencia de Bacon¹⁴ de descubrir no tanto las causas

¹² Descartes (1644), *Principios de filosofía*, segunda parte, 64. Como es sabido, la filosofía secreta de Descartes, expuesta en *Le monde* (1633), obra que no se atrevió a publicar, era casi completamente materialista; sólo su filosofía pública (la que en definitiva prevaleció) fue racionalista en la medida en que la razón no entrara en conflicto con el dogma.

¹³ Newton (1687), *Principles*, ed. Cajori, lib. III, Gen. Schol., pág. 547. Obvio es decir que el valor de esta famosa declaración se cifra en su rechazo del método apriorístico de Descartes. Pero está lejos de ser una fiel exposición del método de la teoría científica, puesto realmente en práctica por Newton y que no se funda tanto en la inducción como en hipótesis, sólo que no arbitrarias sino comprobables.

¹⁴ Bacon (1620), *Novum Organum*, lib. II, 2. Bacon dio a veces a las leyes naturales el nombre de *formas* y sostuvo que era misión de la metafísica descubrir las causas formales y finales de las cosas,

de las cosas como sus leyes, lo que no puede entenderse si se mantiene la identidad de causa y razón.

El principio de razón suficiente es utilizado con suma frecuencia en todos los sectores del conocimiento, aunque sólo excepcionalmente como sinónimo del principio causal. Dar razones ya no se considera lo mismo que asignar causas; en ciencia significa combinar proposiciones particulares relativas a hechos, con hipótesis, leyes, axiomas y definiciones, algunos de los cuales pueden no contener necesariamente el concepto de causa. *En general, no hay correspondencia entre razón suficiente y causación*: baste recordar que la matemática, que emplea el principio de razón suficiente, permanece fuera del alcance del principio causal, que tiene condición ontológica. En consecuencia el principio de razón suficiente no puede tenerse, como frecuentemente se hace, por "el aspecto mental de la causalidad"¹⁵. Y en general el conocimiento científico no consiste en un mero reflejo de la realidad material, sino en una verdadera reconstrucción que utiliza materiales propios (imágenes, conceptos, ideas, raciocinios, etc.), responde a leyes propias (las de la lógica formal e "inductiva") y carece a menudo de un correlato fáctico (empírico o material).

mientras que la física debía ocuparse de las causas eficientes y materiales, que consideraba "triviales y superficiales, y [que] contribuyen poco, o nada, a las causas verdaderas y activas".

¹⁵ Enriques (1941), *Causalité et déterminisme dans la philosophie et l'histoire des sciences*, pág. 106. La declaración citada contradice la propia aserción empirista de Enriques según la cual el principio causal es esencialmente una regla metodológica y no una proposición ontológica.

9.4. LÍMITES DEL PRINCIPIO DE RAZÓN SUFICIENTE EN RELACIÓN CON LOS SISTEMAS TEÓRICOS

9.4.1. *¿Debe ser todo racionalizado?*

Uno de los espectáculos más divertidos de cuantos ofrece el racionalismo es el intento de Christian Wolff de *demostrar* el principio de razón suficiente, intento que por supuesto se funda en la presunción de la validez del mismo principio que se trata de demostrar. Ese principio tiene un vasto campo de aplicación, pero su jurisdicción no abarca todo el universo del discurso científico y filosófico; ante todo es evidente que no puede aplicarse a sí mismo, sino tan sólo —como nos enseña la semántica filosófica— a proposiciones pertenecientes a un nivel inferior del lenguaje.

La circunstancia de que no todo debe o puede ser definido, explicado o demostrado (en suma, racionalizado) *en un contexto o nivel dado*, de que se necesita siempre un punto de arranque, fue vagamente advertida en la Antigüedad por muchos filósofos y hombres de ciencia, como lo indica el hecho de que éstos con frecuencia desarrollaron su discurso a partir de primeros principios que, o bien se daban por supuestos como evidentes, o se consideraban como resultados de la inducción. Así por ejemplo, Leucipo y Demócrito lo explicaron todo en términos de átomos en movimiento, no de meros átomos ni de mero movimiento, sino de partículas últimas de materia en incesante movimiento: consideraron los átomos como entes autosuficientes, últimos, incausados, que habían estado en movimiento desde toda la eternidad¹⁶.

¹⁶ Cf. Bailey (1928), *The Greek Atomists and Epicurus*, cap. III, 3.

Algunos de los antiguos atomistas pueden haber sospechado que tales átomos no tenían *por qué* ser explicados, por ser las raíces (*rhizômata*) o principios de las cosas. Además, es posible que algunos de ellos hasta hayan comprendido que los átomos no *deben* ser explicados (aunque puedan desde luego describirse), si es que han de servir de explicación última de cuanto es, llega a ser y deja de ser.

Aristóteles no se conformó con este procedimiento, que consideró perezoso: inquirió acerca de la *causa* de los movimientos de los átomos¹⁷, que no admitió fuera evidente. (Según el Estagirita sólo las verdades evidentes podían aceptarse como puntos de partida, cosa que desde luego no ocurría con las proposiciones de los atomistas.) En consecuencia el filósofo no otorgó al movimiento atómico la jerarquía de un primer principio *arkhê*¹⁸, o raíz inengendada.

¹⁷ Aristóteles, *Metafísica*, lib. XII, cap. VI, 1071b: "...algunos, como Leucipo y Demócrito, postulan una actualidad eterna, pues dicen que siempre hay movimiento; pero no dicen por qué lo hay, ni lo que es, ni cuál es la causa de que se mueva de esta o aquella manera en particular". Demócrito había sostenido que el movimiento eterno al cual se había referido Leucipo era el movimiento rectilíneo de átomos libres en el vacío; de modo que así proporcionó el *qué* (es decir, el tipo de existente); pero no el *por qué*, y esto no podía satisfacer a Aristóteles. En su *Física*, lib. VIII, cap. I, 252, a y b, afirma que Demócrito redujo las causas naturales a la eternidad de la materia en movimiento, por no creerse en el deber de inquirir el principio o fundamento de tal eternidad; en cuanto a él, en cambio, cree que debe darse una causa, y por tanto una razón, de cuanto es y deviene.

¹⁸ Originariamente, *arkhê* significó primer principio en el tiempo. En este sentido lo usó también Platón en su *Fedro*, 245 c, d y e, donde afirmó que cuanto llega a ser debe originarse en un principio (*arkhê*) que es a su vez inengendrado. En cambio, parece que Anaximandro dio a esta palabra el significado de fundamento, de lo que constituye la base. Y Aristóteles, en la *Metafísica*, lib. V, cap. I, distingue no menos de siete significados del término, cuyo núcleo común es "la primera cosa a partir de la cual algo existe o llega a ser o a ser conocido".

Ni Aristóteles ni sus sucesores parecen haber llegado a darse cuenta de la necesidad *lógica* de admitir en todo contexto un conjunto de conceptos e ideas explicados o primitivos, para evitar el razonamiento circular. Según ellos, los primeros principios no son *hipótesis* susceptibles de justificación *a posteriori* y que deben ser supuestos porque es preciso admitir algo en el comienzo de todo discurso; los tienen, en cambio, por verdades evidentes e indemostrables que tienen que aceptarse sin discusión tan sólo por ser obviamente verdaderos¹⁹.

Parece no haber sido reconocida de modo explícito —y ello en cuanto a la matemática únicamente, en algún caso aislado— la prescripción metodológica de la ciencia moderna según la cual todo discurso debe comenzar con un conjunto de nociones, algunas de las cuales son indefinidas —aunque puedan llegar a ser definidas, explicadas o, por lo menos, convertidas en inteligibles *a posteriori* por la función que desempeñan— o bien son definidas en un contexto diferente. Pienso en Pascal, quien fue tal vez el único en comprender que el castigo por no admitir al principio ciertas nociones sin definir es el razonamiento circular²⁰. Aun Leibniz, el más potente lógico de su época, aspiró a probar los axiomas de la geometría de Euclides²¹.

¹⁹ Hasta Sexto Empírico, pese a su extremo escepticismo con respecto a la posibilidad misma de la prueba, exigió que nada se aceptara *ex-hypothesi*, ni aun en el terreno de la matemática: cf. *Contra los profesores*, lib. III, en *Works*, vol. IV, pags. 245 y sigs.

²⁰ Sin embargo, Pascal no aplicó de modo consecuente su propia regla acerca de las “palabras primitivas”. Cf. Jacques Hadamard, “La géométrie non euclidienne et les définitions axiomatiques”, *La pensée*, núm. 58, 74 (1954).

²¹ Leibniz (1703), *Nouveaux essais*, lib. I, cap. II, pág. 62; cap. III, pág. 68. Leibniz admitió la existencia de ideas indefinidas y de principios “que no pueden probarse y no necesitan prueba”; pero tan sólo en el dominio de la metafísica.

Creemos que ya nadie pone seriamente en duda que la coherencia lógica exige la admisión, en cada contexto teórico, de un conjunto de nociones que sean primitivas *en él*. Su significado se aclara por la misma función que desempeñan en el contexto dado, y su adecuación y fructuosidad pueden juzgarse por las consecuencias que de ellas se deducen. Finalmente, las definiciones (ya sean explícitas o implícitas) de los términos y las demostraciones de proposiciones primitivas o indefinidas son suministradas a veces por otros contextos.

9.4.2. *El “principio” de razón insuficiente*

Existe una regla, incluida en los tratados elementales sobre probabilidad, que a primera vista contradice el principio de razón suficiente: a saber, el llamado principio de indiferencia o de razón insuficiente. Según Jacob Bernoulli, que formuló esta célebre regla, puede decirse que los sucesos fortuitos son por igual probables (por ejemplo $p_1 = p_2 = 1/2$, como al arrojar una moneda a cara o cruz) si no sabemos de ninguna *razón* para que uno de los dos sucesos excluyentes deba esperarse con preferencia al otro. Así, en el caso de una moneda del todo equilibrada podemos *suponer* que las alternativas mutuamente excluyentes “cara” y “cruz” son por igual probables, pues no tenemos razón o fundamento para esperar la aparición de una de ellas con preferencia a la otra. El “principio de indiferencia”, como también se lo llama, ha sido considerado a menudo como una equitativa distribución de ignorancia entre alternativas mutuamente excluyentes; además, suele creerse que constituye un criterio puramente *lógico* para averiguar *a priori* cuándo pueden considerarse ciertos sucesos como igualmente probables, y hasta que constituye una definición lógica de equiprobabili-

dad que nos permite eludir la circularidad implicada en la definición de Laplace de la probabilidad en términos de sucesos igualmente probables.

Pero hablando con precisión, el “principio de indiferencia” no es un principio del cálculo de probabilidades, sino una suposición frecuentemente hecha en sus aplicaciones a situaciones específicas y que, lejos de ser puramente lógica (formal), suele ser apoyada por consideraciones de simetría explícitas o implícitas. Es decir, que la hipótesis de la equiprobabilidad puede a menudo fundarse o explicarse en términos de propiedades de simetría geométrica o física; por lo tanto no es un explicador último, o *Urgrund*. El “principio de indiferencia” es sólo una hipótesis que ha de ser confirmada o refutada por sus consecuencias verificables. Así, por ejemplo, no podemos estimar *a priori* la probabilidad de obtener un as cuando arrojamus un dado real con sólo aplicar el “principio de indiferencia”. El valor $p = 1/6$ es válido para el dado ideal; es aproximadamente verdadero en el caso de un dado “veraz”, no cargado, pero por completo erróneo para un dado cargado. Además, ese cálculo no se funda en una total ignorancia sino en un conocimiento determinado de las propiedades de simetría del cubo, por no mencionar nuestra experiencia anterior en el juego de dados.

Además el “principio de indiferencia” no reduce el dominio de la validez del principio de razón suficiente, aunque pueda ocasionalmente *desplazar* la jurisdicción de su aplicabilidad. En rigor, aun admitiendo que la falta de toda razón suficiente puede conducirnos a conjeturar la equiprobabilidad en algunos casos, ello no nos impedirá preguntar, en un contexto teórico *diferente*, por qué las alternativas en cuestión son equiprobables (en caso de que la hipótesis de la equiprobabilidad sea en verdad confirmada). Para decirlo en forma para-

dójica, siempre podemos preguntar la razón suficiente de que no tengamos razón suficiente para esperar que cierto suceso fortuito ocurra con preferencia a otro (igualmente probable).

La respuesta a esta pregunta, formulada de acuerdo con el principio de razón suficiente, no es del resorte de la lógica ni de la teoría matemática de la probabilidad, sino de la ciencia especial que se ocupa de la clase de sucesos en cuestión. Por ejemplo, en mecánica estadística se supone que la teoría ergódica responde a la pregunta “¿por qué son las configuraciones microscópicas igualmente probables en el estado de equilibrio?”. Análogamente, el método de las funciones arbitrarias aplicado a un modelo ideal de ruleta, nos permite *deducir* la equiprobabilidad de “negros” y “rojos”²². Dicho de otro modo, lo que se toma como primitivo en un contexto dado (por ejemplo la equiprobabilidad en las aplicaciones del cálculo de probabilidades) puede resultar derivado en otro contexto.

En resumen, el principio de razón suficiente está limitado en cada dominio teórico por la necesidad de evitar la circularidad; pero la mayoría de esas limitaciones desaparecen si se toma en cuenta todo el campo del conocimiento racional pertinente.

¿Y qué diremos de los hechos concretos? ¿También en lo que a ellos se refiere debemos cesar —al llegar a cierto punto crítico— de formular preguntas sobre las razones suficientes o determinantes?

²² Cf. Poincaré (1912), *Calcul des probabilités*, 2a. ed., págs. 148 y sigs.

9.5. LÍMITES DEL PRINCIPIO DE RAZÓN SUFICIENTE EN RELACIÓN CON LOS HECHOS CONCRETOS

En la física moderna se ha planteado la siguiente pregunta: ¿Cuál es el porqué de los valores de las “constantes” empíricas? Y en particular, ¿cuál es la razón de los valores particulares de las llamadas constantes fundamentales, como la constante gravitatoria y la velocidad de la luz en el vacío? Bridgman²³, en un curioso desliz racionalista, alentó “la esperanza de que algún día podamos explicar de algún modo la magnitud numérica de estas constantes”. Otros distinguidos físicos han reflexionado acerca del valor numérico particular de la llamada constante de estructura fina, un número carente de dimensión $\alpha = 2\pi e^2/hc$ que relaciona la constante h de Planck con las constantes electromagnéticas básicas c (la velocidad de la luz) y e (la carga electrónica). Algunos han llegado, en su fe pitagórica, hasta el punto de creer que la “explicación” (determinación teórica) de este número podría ser la clave para resolver los enigmas de la teoría cuántica y que ella constituye, por tanto, “el más importante de los problemas por resolver en la física moderna”²⁴.

²³ Bridgman (1927), *The Logic of Modern Physics*, pág. 185. Cf. también Einstein (1949), “Autobiographical Notes”, en *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, Schilpp (compil.), pág. 63: “Quisiera enunciar un teorema que al presente no puede basarse sino en cierta fe en la simplicidad, o sea, en la inteligibilidad de la naturaleza: no existen constantes *arbitrarias* de este tipo; es decir, que la naturaleza está constituida de tal modo que es lógicamente posible establecer leyes con tanto rigor determinadas que dentro de ellas sólo pueden figurar constantes por completo determinadas en forma racional (exceptuando en consecuencia aquellas cuyos valores numéricos pudieran modificarse sin destruir la teoría).”

²⁴ Pauli (1949), “Einstein’s Contributions to Quantum Theory”, op. cit., pág. 158.

La búsqueda de una “explicación” de la constante de la estructura fina ha dado lugar a una gran cantidad de trabajos teóricos, al parecer infructuosos; y no podía ser de otro modo, pues no hay indicio de que exista una idea clara de lo que se quiere significar con la “explicación” de las constantes llamadas *fundamentales* o de sus diversas combinaciones adimensionales. Podría ocurrir que el fracaso se deba simplemente a la circunstancia de no haberse precisado qué clase de razón se consideraría suficiente en este caso. Pero también podría ocurrir que éste fuera un seudoproblema y que no haya nada más que explicar ni entender en cuanto a las constantes *fundamentales*, aparte de su eventual derivación de otras constantes, a las cuales se ha desplazado la “fundamentalidad”. Además no es completamente cierto que constantes “empíricas” tales como la masa y la carga del electrón “nada significan para nosotros porque tenemos que leerlas en el experimento”, según a veces se sostiene. Así ocurriría si los valores de la masa y de la carga del electrón fueran fragmentos de información enteramente *aislados*; pero si tienen algún significado para nosotros es precisamente porque encajan en la estructura general de la física electrónica experimental y teórica, y encajan tan bien que sus valores pueden obtenerse de una serie de modos en apariencia desvinculados.

Para referirnos a cuestiones fácticas más amplias, debe observarse que existen ciertos principios básicos pertinentes a la realidad material cuya admisión *qua* puntos de partida no sólo no implica ninguna irracionalidad sino que nos permite evitar más de un disparate. Por ejemplo, el principio según el cual la materia en movimiento y el universo en su conjunto son autoexistentes, incausados, o causas de sí mismos, invalida de manera radical las indagaciones acerca de la razón su-

ficiente de la existencia de la materia en movimiento, las cuales suelen trascender los límites del conocimiento racional. Además si se admite el principio de que el universo es incausado y la materia autoexistente, entonces la existencia del universo material, en lugar de necesitar que la justifique la razón humana, se convierte en la posibilidad misma de proveer la razón suficiente (o mejor dicho el fundamento determinante) de otras cosas, entre ellas, la razón misma.

La aceptación del antedicho axioma nos dispensa de emprender la imposible tarea de explicar la existencia de la totalidad de los existentes, labor que merced a ese axioma se convierte en una cuestión aparente. Sin embargo, no nos dispensa del deber de explicar los *cam-bios* que se producen en el mundo o la existencia de sus diversas *partes*, que pueden explicarse al menos en principio como resultados de procesos. Con lo cual la antigua y singular pregunta “¿Por qué hay algo, y no nada?”, que ha obsesionado a tantos pensadores²⁵ y existencialistas²⁶, queda privada de toda razón suficiente.

En síntesis, la aplicación sin restricciones del principio de razón suficiente, tanto en las cuestiones teóricas como en las prácticas, puede conducir nada menos que al aniquilamiento de la razón.

²⁵ Leibniz (1714), “Principios de la naturaleza y de la gracia”, 7 en *Philosophical Papers and Letters*, ed. L. Loemker, pág. 1038: habiendo sido formulado el principio de razón suficiente, “la primera pregunta que tenemos derecho a formularnos será, ‘¿por qué hay algo, y no nada?’. Pues la nada es más simple y más fácil que algo. Además, suponiendo que deban existir cosas, debe ser posible dar una razón por la cual existen como son y no de otro modo”. Leibniz encuentra la razón final de las cosas en su propio y refinadísimo Dios.

²⁶ Heidegger (1929), *Was ist Metaphysik?*, termina así: “...la pregunta básica de la metafísica, a la cual la nada misma nos impulsa, es: ¿Por qué hay ser, y no nada?”.

9.6. SOBRE LA FORMALIZACIÓN DE LOS ENUNCIADOS CAUSALES

9.6.1. *¿Tiene la conexión causal equivalentes lógicos, o bien correlatos lógicos?*

Si hay algo de verdad en lo que se ha dicho en las secciones anteriores, los textos de lógica no son el lugar adecuado para examinar el problema causal, ni ninguna otra cuestión ontológica. La razón de ello es que la vinculación causal no es una relación lógica, es decir, no es una relación abstracta del tipo xRy entre objetos abstractos. El problema causal es una cuestión ontológica, no lógica, pues se supone que atañe a un rasgo de la realidad y no puede en consecuencia resolverse *a priori* por medios puramente lógicos: puede analizarse con la ayuda de la lógica, pero no puede reducirse a términos lógicos²⁷.

Una prueba elemental de que el problema causal no es del dominio de la lógica, es que las leyes de la naturaleza, causales o no, en modo alguno son *lógicamente* necesarias: no son las únicas concebibles y no son exigidas por las leyes de la lógica. Dicho de otro modo, los *enunciados* legales son verdades contingentes (en el sentido leibniziano del término) pues carecen de la certeza que se supone característica de los enunciados

²⁷ Una característica reducción del problema causal a su aspecto lógico puede verse en Popper (1950), *The Open Society and its enemies*, ed. rev., pág. 720; los términos 'causa' y 'efecto' se definen con ayuda del concepto de verdad de Tarski en la siguiente forma: "el suceso A es la causa del suceso B y el suceso B el efecto del suceso A , si y sólo si existe un lenguaje en el cual podamos formular tres proposiciones u , a , b , tales que u sea una verdadera ley universal, a , describa a A y b sea la consecuencia lógica de u y a ."

analíticos (verdades necesarias). Esto no significa, desde luego, que las propias leyes (las pautas objetivas del ser y el devenir) sean contingentes. (La asignación de la contingencia a las leyes naturales es a menudo sólo una consecuencia de su errónea interpretación como verdades fácticas singulares.) Tampoco significa que el establecimiento de enunciados legales sea asunto puramente empírico: es cierto que algunas leyes naturales han sido deducidas teóricamente; pero siempre sobre el fundamento del conocimiento empírico, por escaso que éste fuera; además, la validez objetiva de tales resultados teóricos no puede determinarse por medios puramente lógicos: sólo el experimento puede ayudar a decidir (aunque nunca en forma irrevocable) acerca de su condición de leyes naturales.

A la inversa, lo que es *lógicamente* posible no tiene por qué serlo también causalmente. Por ejemplo, es lógicamente posible que algo salga de la nada (en particular que sea incausado); o sea, que ninguna regla de la lógica nos impide concebir tal posibilidad, la cual en cambio contradice las leyes naturales conocidas. Así por ejemplo nada es más fácil que formular hipótesis de no conservación (o sea, de creación), tales como $\delta T_{\mu\nu} / \delta x^\nu \neq 0$, que contradigan el principio de productividad; sólo la reflexión teórica sobre datos experimentales, y no la razón pura, sugiere escribir $\delta T_{\mu\nu} / \delta x^\nu = 0$, en lugar de la desigualdad anterior. Asimismo es lógicamente posible que todo el universo deje de existir, frustrando así todas las causas; pero esta posibilidad conceptual no sólo contradice las leyes naturales conocidas sino que es inverificable, es decir, no constituye una hipótesis científica.

El hecho de que el problema causal sea de *naturaleza* ontológica no es incompatible con la circunstancia de que presente un *aspecto* lógico y otro gnoseológico, lo

mismo que cualquier otro problema filosófico. El problema causal es una cuestión ontológica por cuanto se refiere a un rasgo conspicuo de la realidad que, con razón o sin ella, se considera a menudo presente en todos los niveles del mundo natural y cultural, excepto el nivel de los objetos abstractos; vale decir, que la cuestión misma es de índole ontológica pues su referente pertenece a la esfera óntica. Pero, lo mismo que todas las demás cuestiones filosóficas y científicas, el problema causal suscita problemas gnoseológicos (tales como la cuestión de la verificación del principio causal) y problemas lógicos. La faz lógica del problema causal consiste en esencia en la estructura lógica de las proposiciones mediante las cuales se formulan los enunciados causales.

Así, por ejemplo, el lógico se interesa en estudiar la oración *Si C entonces siempre E*, abstrayendo de la naturaleza de las entidades designadas por 'C' y 'E' así como del carácter específico de la conexión entre C y E. Dirá, probablemente, que desde el punto de vista de la lógica esa sentencia puede considerarse en cualquiera de las siguientes formas alternativas: a) como una relación de implicación material $p_C \supset p_E$ entre proposiciones; b) como una relación de inclusión $C \subset E$ entre clases; c) como una relación diádica xRy entre miembros x e y de las clases C y E. En cualquiera de esos casos el lógico despojará al enunciado en cuestión de su eventual significado ontológico, transformándolo en una forma *lógica*, una forma compartida por una cantidad ilimitada de enunciados. Y esto es precisamente lo que se supone que hacen los lógicos formales: revelar las formas más generales, al prescindir de los contenidos.

Algo similar ocurrirá, *a fortiori*, con la eventual formalización de la sentencia más compleja *Si ocurre C, entonces E será siempre producido por él*, que hemos

considerado como una formulación adecuada del principio causal (cf. 2.5 y sigs.). Cualquier proceso de formalización transformaría este enunciado sintético en un enunciado *no causal*, que sin embargo sería un *correlato* o *transcripción lógica* suya. No debería esperarse, empero, que la formalización de las proposiciones que expresan enunciados ontológicos, tales como la ley de causación, lleguen jamás a agotar su contenido o significado. No es misión de la lógica formal levantar los velos que cubren la faz del universo, sino afilar las herramientas racionales con cuya ayuda cumplen las ciencias esa tarea.

Pero en cambio es perfectamente legítimo e interesante indagar acerca de los *correlatos lógicos* de los diversos enunciados verbales del principio causal, así como de las combinaciones de enunciados causales. Hablo de *correlatos* lógicos y no de *equivalentes* lógicos, por entender que la causación es una forma de la generación o de la producción y que las proposiciones —contrariamente a sus signos físicos— nada pueden producir, de modo que no pueden mantener entre sí relaciones causales. Este problema de la formalización de los enunciados causales ha sido por supuesto abordado; pero, hasta donde sabemos, con muy escaso éxito. Veamos las dificultades que se oponen a esta tarea, frustrada con demasiada frecuencia por la confusión de relación lógica con conexión fáctica, así como por el dogma humeano de que no *existe* semejante conexión.

9.6.2. *Causación e implicación (material, estricta y causal); el enfoque relacional*

Examinemos el enfoque relacional condicional *Si p, entonces q*, que a menudo (y equivocadamente) se considera como el esquema esencial de la formalización

correcta del principio causal. En el cálculo de proposiciones, la implicación material $p \supset q$ (a veces también simbolizada en la forma $p \rightarrow q$) suele considerarse como la formalización adecuada de la oración *Si p, entonces q*, siendo p y q proposiciones.

Pero la conectiva lógica ' $\supset$ ' está lejos de representar la conexión causal al nivel de la lógica. En realidad hay consenso general sobre la circunstancia de que el correlato lógico del vínculo causal es la *implicación* [*entailment*] lógica o sea la relación de premisa a conclusión; es decir que la proyección de la causación en el plan lógico es la deducción (lo cual no significa que la causación sea una categoría lógica, ni que la deducibilidad sea una categoría ontológica). Ahora bien, a diferencia de la implicación lógica o deducibilidad (implicación L de Carnap), el sentido de $p \supset q$ no es que dada p haya de *seguirse* de ella q *en forma inambigua*²⁸. Por cierto que, ante todo, una proposición verdadera q es implicada por *toda* proposición p , sea ésta verdadera o falsa; en particular, cualquier cosa puede *seguirse* de una proposición falsa (*ex falso sequitur quodlibet*: $\sim p \supset [p \supset q]$). Si el antecedente p fuera interpretado como la causa y el consecuente q como el efecto, este teorema se enunciaría aproximadamente así: "La ausencia de una causa involucra cualquier efecto". En segundo lugar, toda proposición se implica a sí misma ($p \supset q$). Interpretado en términos causales, esto podría tomarse como si quisiera decir "todo es autocausado"; sin embargo, la conexión causal es esencialmente irreflexiva (pues según el causalismo nada es autocausado). En tercer lugar, la relación de implicación no tiene por qué ser por fuerza irreversible o asimétrica; mientras que el

²⁸ Cf. Hilbert y Ackermann (1938), *Principles of Mathematical Logic*, pág. 4.

vínculo causa-efecto es esencialmente asimétrico. La falta de univocidad, irreflexividad y asimetría que caracteriza a la implicación material hace de esta conectiva lógica una transcripción o correlato lógico muy inadecuado del vínculo causa-efecto.

En lenguaje ordinario, uno dice que q se sigue de p si q es deducible de p en forma inambigua (unívoca); también decimos que p incluye q , o que p implica a q —aunque no en el antedicho significado técnico de la palabra *implicación*—. Ya en 1912 C. I. Lewis sugería que se restaurara la correspondencia entre los significados ordinario y técnico de ‘implicación’, para cuyo fin introdujo una nueva noción de implicación lógica, a saber, la implicación verdadera o estricta, $p \supset_{st} q$, que se lee “no es posible que tanto p como $\sim q$ sean verdaderos”²⁹; es decir, que la implicación estricta entre proposiciones es válida siempre que q sea deducible en forma unívoca de p . Sin embargo, la implicación estricta no ha resuelto las “paradojas” de la implicación material³⁰ y tiene, por otra parte, sus propias “paradojas”: como no se superpone por entero con la deducibilidad, no puede considerarse como el correlato lógico adecuado del nexo causal.

²⁹ La implicación estricta es una conectiva de la lógica modal. Se define con la ayuda del concepto (primitivo) $\Diamond p$, que se interpreta como “es posible que”. La definición de la implicación estricta es ésta:

$$p \supset_{st} q =_{df} \sim \Diamond (p \cdot \sim q),$$

que es la análoga de la definición de implicación material en términos de negación y conjunción:

$$p \supset q =_{df} \sim (p \cdot \sim q).$$

³⁰ Cf. Rosenbloom (1950), *The Elements of Mathematical Logic*, págs. 59-50. En realidad nada hay de paradójico en la implicación material salvo el nombre: el cálculo proposicional es puramente *extensional* y no se ocupa para nada de relaciones de significado (contenido), tales como las incluidas en la implicación ordinaria. Cf. Langer (1953), *An Introduction to Symbolic Logic*, 2a. ed., págs. 276 y sigs.

En un intento de construir un correlato lógico más estricto de la causación se ha propuesto una tercera forma de implicación, a saber, la implicación *causal*³¹ de proposiciones, simbolizada por ' $p \text{ c } q$ ' o, en forma analizada, ' $(x) (Ex \text{ c } Dx)$ '. Esta labor precursora es valiosa, aunque más no sea por tratarse de una interpretación no exclusivamente extensional. Empero, está plagada de paradojas y expuesta a críticas de orden técnico³². Además, pueden oponérsele las siguientes objeciones: a) parece establecer (por convención) el dogma racionalista de que todo enunciado lógicamente necesario es también causalmente necesario; b) la implicación causal parece referirse a todos los tipos de conexiones biunívocas, implique o no relación genética, y por ello no da cuenta de lo que es peculiarmente causal.

Al parecer, hasta ahora no ha sido propuesto ningún correlato lógico satisfactorio del nexo causal; pero sigue trabajándose en este sentido³³. A nuestro criterio, todo intento de formalizar enunciados causales debe ser precedido por una formulación verbal adecuada de la conexión causal (sobre la cual no hay consenso); además, debería aclararse desde el comienzo que lo que se requiere no es una ampliación de relaciones formales (extensionales), sino la determinación de un tipo de conexión semántica entre términos que tengan pertinencia unos con otros: *el aspecto lógico del problema causal es semántico y no sintáctico*. Finalmente, no hay motivo para que los análisis lógicos del nexo causal continúen limitándose al contexto de la teoría de las proposiciones, o hasta del cálculo de funciones de una variable:

³¹ Arthur W. Burks, "The Logic of Causal Propositions", *Mind* (N. S.), 60, 363 (1951).

³² Cf. G. P. Henderson, "Causal Implications", *Mind* (N. S.), 63, 504 (1954).

³³ Cf. Herbert Simon, "On the Definition of the Causal Relation", *The Journal of Philosophy*, 49, 517 (1952).

una interpretación *relacional* podría ser más fructífera; ella nos permite descubrir las siguientes propiedades formales de la causación simple: *a)* se trata de una relación *diádica* xRy entre elementos que se pueden interpretar como sucesos; *b)* es *irreflexiva*, o sea, que $(x) \sim (xRx)$, lo cual puede leerse *nihil est causa sui*; *c)* es transitiva, esto es, $(x, y, z) [(xRy) \cdot (yRz) \supset xRz]$; *d)* es asimétrica, a saber $(x, y) [(xRy) \supset \sim (yRx)]$. Obsérvese que este conjunto de propiedades no especifica la relación causal: son comunes a toda sucesión ordenada, tal como la sucesión de los días y de las noches; especifican la topología de la serie, no la naturaleza de sus términos.

No debe esperarse que formalización alguna *resuelva* el problema causal, aunque pueda contribuir a su esclarecimiento, especialmente en la medida en que en ella se indique que el problema causal *no* es de naturaleza lógica (y en particular, extensional). Además, una insistencia exagerada en el aspecto lógico del problema causal a expensas de su contenido ontológico podría retrotraernos a épocas pre-humeanas, cuando el término 'causa' era tan a menudo identificado con 'razón' y cuando tantos filósofos creían que la validez de cualquier enunciado causal en particular, y del principio causal en general, podía determinarse *a priori* como si se tratara de una cuestión lógica. (Fue mérito de Hume subrayar que debe despojarse a la causación del elemento racionalista de necesidad lógica; pero en cambio nos parece que tanto él como sus partidarios cometieron un error al negar que el problema causal sea de naturaleza ontológica y al afirmar que el concepto de causación puede *agotarse* con recursos puramente lógicos³⁴.)

³⁴ Cf. Reichembach (1929), *Ziele und Wege der physikalischen Erkenninis*, en *Handbuch der Physik*, Geiger y Scheel (compils.), vol. IV, pág. 59.

Para resumir: el problema causal no puede resolverse en el dominio de la pura lógica, porque se refiere al mundo no-lógico (o no-lingüístico). Como cualquier otro problema ontológico, la cuestión causal debe encararse sobre la base de las ciencias que reciben el nombre de empíricas pues éstas se ocupan, entre otras tareas, del estudio de nexos causales particulares. En cuanto a la formalización de las oraciones causales, el hecho de que no parezca haberse logrado ninguna solución satisfactoria puede deberse en parte al propio punto de partida de la mayoría de los lógicos, punto de partida que es alguna formulación convencional y muy discutible de la ley causal.

La formalización de las proposiciones causales es, en fin, un problema abierto que no carece de interés; pero su importancia no debe exagerarse, especialmente si se tiene en cuenta que la totalidad del contenido o significado de la categoría de causación no puede expresarse en unos pocos símbolos. Por último, debe recordarse también que, en la medida en que se resuelva el aspecto lógico del problema causal, éste deja precisamente de ser causal.

9.7. RECAPITULACIÓN Y CONCLUSIONES

Ya en las postrimerías de la Ilustración Lazare Carnot³⁵ creyó necesario explicar, de modo casi apologetico, por qué no había deducido o explicado los *principios* de su famoso *Essai sur les machines en général*: “No se incluye en el plan de la presente obra una explicación detallada de estos principios, por cuanto podría inducir

³⁵ Carnot (1783), “Essai sur les machines en général”, en *Oeuvres*, págs. 123-124.



En rigor, las ciencias son como un hermoso curso puede seguirse fácilmente una vez que ha adquirido cierta regularidad; pero en cambio, si se quiere recorrerlo hasta sus fuentes no se las encuentra en parte alguna, pues no están en ningún lugar preciso; se hallan, por así decirlo, dispersas por toda la superficie de la tierra. Del mismo modo, si quisiéramos remontarnos al origen de las ciencias, nada hallaríamos sino oscuridad, ideas vagas, círculos viciosos, y nos perderíamos entre las ideas primitivas." Como casi todo el mundo, Carnot confundía el desarrollo histórico de una ciencia con su estructura lógica en un momento dado.

La admisión de algunos conceptos últimos en todo discurso científico, a diferencia de la asunción de elementos materiales últimos (por ejemplo, de entidades materiales inanalizables) no implica límite alguno a la inteligibilidad del mundo. En realidad el significado de tales elementos explicadores últimos se aclara siempre *a posteriori* por la función que desempeñan en el contexto dado; es decir, va explicándose sobre la marcha (caso de la definición contextual). Debe recordarse, empero, que en ciencia los elementos racionales últimos (tales como los axiomas) no deben considerarse como dogmas ni como verdades de indiscutible evidencia, sino simplemente como *hipótesis* que han de justificarse tanto por las consecuencias a que conducen, como por su compatibilidad con otras hipótesis que se consideran establecidas. Además, la posibilidad de una ulterior explicación o demostración de elementos racionales últimos en un contexto diferente no debe excluirse *a priori*, sobre todo en el caso de las llamadas ciencias empíricas³⁶.

³⁶ En cambio los agnósticos han sostenido el carácter último absoluto de ciertas nociones y hasta su completa incognoscibilidad o inconcebibilidad. Cf. Spencer (1862), *First Principles*, primera parte, cap. III.

En resumen, *el principio de razón suficiente puede aplicarse a cualquier cosa menos a sí mismo y a aquellos elementos del discurso que funcionan como explicadores en un contexto dado*. Tal limitación del alcance del principio de razón suficiente, lejos de menoscabar el programa de comprensión racional del mundo, es una condición para su cumplimiento coherente, por cuanto evita tanto los círculos viciosos como la postulación de una ficticia “razón final de las cosas”.

Lo que vale para la razón en general vale también, por supuesto, para las razones causales, es decir, para aquellas cuyos referentes son causas y que se invocan para explicar hechos del mundo concreto dentro y fuera de nosotros. *Si no es preciso explicar todo lo que existe, tampoco es preciso asignar a todo una causa*. Por el contrario, la exigencia de que cuanto hay en el mundo sea explicado mediante causas depende de la suposición previa de que toda cadena causal tiene su fuente última en una causa final extraterrena³⁷. Esto ayuda a explicar por qué motivo la identificación de la ciencia con el conocimiento de las causas no ha sido siempre beneficiosa para el conocimiento racional. Aunque es verdad que la descripción de la tarea de la ciencia como revelación de las causas ha conducido al descubrimiento de una cantidad de conexiones y tipos de conexión específicos, también ha tenido los siguientes aspectos negativos. En primer lugar, ha contribuido a ofuscar la

³⁷ Las *Upánishads*, obra profundamente idealista, constituye uno de los primeros documentos teóricos donde se manifiesta la comprensión de que una teología coherente, en la medida de su posibilidad, exige el postulado de que la causación obra sin restricciones en el mundo de las apariencias, como condición para poder afirmar una Primera Causa incausada. En las *Upánishads* se dice que todo pertenece a una serie causal y que sólo Brahma es autoexistente. Cf. Radhakrishnan (1931), *Indian Philosophy*, Vol. I, cap. V.

comprensión de que la materia en movimiento existe *per se* y de que el universo físico es incausado, de modo que el mundo material es el fundamento de la razón en vez de necesitar justificación racional para su existencia. En segundo lugar, el creer en la coextensividad de ciencia y causalidad ha fomentado la invención de incontables agentes causales ficticios —entre los cuales se han destacado las formas sustanciales de los escolásticos— y ha estimulado una desorientadora multiplicación de variedades de causas. (Los escolásticos del siglo XVII llegaron hasta el punto de enumerar unas treinta clases.) En tercer lugar, esta creencia ha hecho más fácil para los enemigos del conocimiento racional saludar cada ejemplo de vinculación no-causal como una victoria del indeterminismo y el irracionalismo, triunfo que está *determinado*, como habrá de observarse, por el mismo conocimiento *racional*.

Tales son algunas de las razones por las cuales es importante comprender que la causación no agota la determinación y, por lo tanto, que la ciencia no puede limitarse al conocimiento de las causas.

10. Causalidad y ley científica

Este capítulo tiene por principales finalidades aclarar el significado del término 'ley científica' y demostrar que el concepto de causación no tiene por qué ser reemplazado por el de ley, sino que por el contrario suele formar parte de éste. Llevaremos a cabo un examen sucinto de tipos causales y no causales de leyes científicas, mediante el cual comprobaremos que las leyes causales constituyen sólo una especie del género ley científica. Este análisis deberá contribuir a evitar que se excluya de la ciencia a todas aquellas disciplinas en las cuales no desempeña un papel sobresaliente cierto tipo de ley, por ejemplo la ley causal.

10.1. LEY Y ENUNCIADO LEGAL

La mayoría de los hombres de ciencia están dispuestos a admitir que el principal objetivo teórico (es decir, no-pragmático) de la investigación científica es contestar, en forma inteligible, exacta y comprobable, cinco clases de preguntas: a saber, las que comienzan con *qué* (o *cómo*), *dónde*, *cuándo*, *de dónde* y *por qué*. A los efectos de la brevedad llamaremos a estas cinco preguntas los cinco interrogantes de la ciencia. (Sólo los empiristas radicales niegan que la ciencia tenga un papel explicativo, y restringen el alcance de la investigación científica a la descripción y predicción de fenómenos observables.) Asimismo, la mayoría de los hombres

de ciencia convendrán en que esos cinco interrogantes van siendo gradualmente (y no sin trabajo) contestados con la formulación de *leyes* científicas, o sea, de hipótesis generales sobre las pautas del ser y el devenir. Las leyes científicas nos permiten contestar el *qué*, el *dónde*, el *cuándo*, el *de dónde* y el *por qué* de los hechos (sucesos y procesos), pues con su ayuda podemos efectuar la más fidedigna descripción, la más exacta predicción (tanto en sentido directo como inverso) y la más veraz explicación de los hechos naturales y sociales, de cuantas sean posibles en un momento dado.

Será necesario distinguir entre *leyes* (ya sea de la naturaleza, del pensamiento o de la sociedad) y *enunciados legales*; las primeras serán definidas como *las pautas inmanentes del ser y del devenir*; y los segundos, como las reconstrucciones conceptuales de aquéllos. Siempre que un enunciado legal constituya una hipótesis general y comprobable (no necesariamente comprobada) y siempre que se haya formulado de acuerdo con las normas (fluidas) del método científico, podemos llamarlo *ley científica*. Para mayor brevedad hablaremos frecuentemente de *leyes*₁ (pautas objetivas o leyes en el nivel óntico) y *leyes*₂ (leyes científicas o leyes en el nivel gnoseológico). Más adelante tendremos que distinguir un tercer nivel de significado de la palabra 'ley', a saber, el de enunciado nomológico predictivo (cf. 12.1.2).

Esta distinción entre leyes objetivas (*leyes*₁) y su reconstrucción provisional y mejorable en la mente humana (*leyes*₂) no suele hacerse, por más que debiera ser obvia para todos los no-mentalistas aunque más no sea por el hecho de que esta diferencia está implicada en la propia noción de perfectibilidad de la exposición científica de los hechos, por contraste con la supuesta constancia de las pautas de éstos. En realidad, con sólo

unas pocas excepciones, entre ellas la de Ampère¹, los filósofos de la ciencia dan a entender por 'ley' lo que aquí llamamos ley científica (ley₂). Así por ejemplo Mach² expresa que una ley de la naturaleza no es otra cosa que "una regla para enumerar todas las predicciones singulares". Ostwald³ definió las leyes como pautas predictivas de la forma "si se experimenta A, entonces esperamos B". Carnap⁴ veía en las leyes de la naturaleza sólo "aserciones con un contenido general". Braithwaite⁵, en su importante tratado sobre la explicación científica, da la siguiente descripción: "Lo que llamamos leyes de la naturaleza son dispositivos conceptuales mediante los cuales organizamos nuestro conocimiento empírico y predecimos el futuro." Y Hutten⁶, en su valiosa obra sobre el aspecto semántico de la meta-ciencia, expresa que "una ley es meramente un enunciado o teorema dentro de una teoría científica". Estas interpretaciones están todas, por supuesto, de acuerdo con la más pura tradición empirista y kantiana⁷ y están tan difundidas entre los filósofos que hasta Meyerson⁸, pese a su convicción de que los enunciados científicos tienen referentes objetivos, no pudo abstraerse a es-

¹ Ampère (1843), *Essai sur la philosophie des sciences*, vol. II, pág. 28: sostener que las leyes de la naturaleza sólo son *vues de notre esprit* es adoptar una posición idealista no muy distante de las de Berkeley o Fichte; debemos distinguir el concepto de la relación, de la relación misma tal como ésta existe antes de que la hayamos descubierto.

² Mach (1900), *Die Principien der Wärmelehre*, 2a. ed., pág. 439.

³ Ostwald (1908), *Grundriss der Naturphilosophie*, pág. 57.

⁴ Carnap (1926), *Physikalische Begriffsbildung*, pág. 49.

⁵ Braithwaite (1953), *Scientific Explanation*, pág. 339.

⁶ Hutten (1956), *The Language of Modern Physics*, pág. 222.

⁷ Kant (1781-1787), *Kritik der reinen Vernunft* (B), págs. 163 y sigs.

⁸ Meyerson (1908), *Identité et réalité*, pág. 17.

cribir que: "Una ley natural que ignoramos no existe, en el más riguroso sentido de esta palabra."

En cambio, lo que aquí queremos significar por ley de la realidad física o social se supone que no depende de nuestro conocimiento de ella: damos por entendido que las leyes₁ operan objetivamente, que son inmanentes en las cosas, que son los modos de ser y de transformarse de éstas. En consecuencia, las leyes₁ son susceptibles de ser descubiertas y no inventadas, aunque es verdad que para descubrirlas se necesita de la ayuda de muchas invenciones, de herramientas (tanto conceptuales como materiales), de instrumentos y de construcciones conceptuales. Ciertamente que no captamos las leyes₁ en su virginal pureza (ni siquiera captamos los hechos singulares en sí mismos, sin deformación). El proceso del descubrimiento científico no es un mero reflejo de los hechos por vía de la inducción, sino una ardua labor de reconstrucción provisional que, a pesar de que penetre cada vez más profundamente en el objeto mismo, nunca llega a abarcarlo por entero. Las construcciones (hipótesis) llamadas leyes científicas (nuestras leyes₂) son la reconstrucción variable de leyes objetivas al nivel del pensamiento racional. Si se prefiere, las leyes₂ son la proyección (incompleta) de las leyes₁ en el plano conceptual. Nunca se superponen por entero a las leyes objetivas, como lo demuestra la perfectibilidad histórica de las leyes₂ en contraste con la supuesta constancia de las leyes₁. Esta superposición parcial o, mejor dicho, esta correlación incompleta y ambigua entre leyes y leyes científicas no sólo es un ejemplo de las deformaciones debidas a la fragilidad o inmadurez humana, sino también una consecuencia del hecho de que el descubrimiento científico es una *reconstrucción* y no un *reflejo*, un proceso de construir modelos de la realidad y no de copiarla, como lo revela

el hecho de que la ciencia emplea una multitud de entidades abstractas que carecen de correlato objetivo, tanto como el papel central que en ella desempeñan las hipótesis⁹. En suma, aunque las leyes de la naturaleza, el pensamiento y la sociedad sean la estructura de la realidad, los correspondientes enunciados legales pertenecen a modelos ideales de ésta, por lo cual su validez (si alguna tienen) es sólo aproximada y no obedece a ningún grado predeterminado de exactitud.

Ahora bien, existen muchos tipos de leyes científicas: leyes de inclusión de clases, de composición, y de estructura; leyes de movimiento en el espacio, de fuerza, y de conservación; leyes de interdependencia entre cualidades, de tendencias generales, de conexiones estocásticas, etc. Hay generalizaciones inductivas sólo fundadas en los casos a que se refieren y hay también leyes científicas más sólidas, pertenecientes a sistemas hipotético-deductivos, que no sólo están apoyadas en sus casos sino también en su compatibilidad con otras hipótesis. Hay leyes₂ que expresan hechos objetivos poco menos que cotidianos y otras que contienen refinados conceptos teóricos, mientras que otras necesitan de modo imprescindible de la forma matemática (pero no necesariamente numérica o métrica). Hay, en suma, muchas formas de encarar las leyes de la naturaleza, el pensamiento y la sociedad desde el punto de vista metacientífico. Pero lo que aquí nos interesa es el problema de la ley científica en cuanto al de la determinación causal. Y el problema es esencialmente éste: ¿hay leyes científicas que pueden recibir el nombre de causales, y otras que no pueden ser así denominadas?

⁹ Cf. Bunge (1959), *Metascientific Queries*, capítulos 3 y 5; "New Dialogues Between Hylas and Philonous", *Philosophy and Phenomenological Research*, 15, 192 (1954).

A primera vista es ésta una cuestión trivial. Empero, el influyente positivismo viene afirmando desde los días de Comte que hay cierta *oposición* entre la explicación causal y la ley científica y que la ciencia debe prescindir por completo de los conceptos de causa y explicación, dedicándose en cambio a la búsqueda de la relación llamada fenomenológica o descriptivo-predictiva. Algunos antipositivistas, como Meyerson, han sostenido por su parte que las leyes científicas sólo son casos particulares del principio causal; y hasta que teorías científicas enteras, como la mecánica analítica o la teoría atómica, son sólo manifestaciones del principio causal, por cuanto el principal propósito de tales teorías es explicar los fenómenos, y las explicaciones —según una antigua tradición— suelen asimilarse o reducirse a la explicación causal.

Seguidamente nos proponemos demostrar que la investigación científica, cuyo principal objetivo es sin duda el descubrimiento de leyes, no prescinde por entero del concepto de causa, y que la ciencia contiene tanto leyes causales como no causales y leyes con alcance causal.

10.2. LA IDENTIFICACIÓN TRADICIONAL DE CAUSALIDAD Y LEGALIDAD

En consonancia con una antigua tradición registrada por Sexto Empírico¹⁰, la legalidad —es decir la observancia de leyes— suele ser identificada con la causalidad, como si no pudiera haber otras leyes científicas

¹⁰ Sexto Empírico, *Hipotiposis pirrónicas*, lib. III, cap. 5.

que las causales¹¹. Pensadores de primera categoría han caído a su vez en esta confusión, aun después de haberse popularizado el descubrimiento de leyes no causales como las llamadas leyes fenomenológicas de la óptica geométrica y de la termodinámica, las leyes estadísticas de las poblaciones aleatorias, las leyes teleológicas de la materia viva, o las leyes dialécticas de la historia humana.

Así Helmholtz¹², en su ancianidad, reconoció que en su famosa obra juvenil sobre la conservación de la energía se había dejado influir en exceso por Kant: sólo andando el tiempo llegó a comprender que “el principio de causalidad no es sino la suposición de la legalidad [*Gesetzlichkeit*] de todos los fenómenos naturales”. Algunos años después Mach¹³ sostuvo una identidad similar entre legalidad y causalidad: “La tarea de la ciencia física es la reconstrucción [*Nachbildung*: copia, mejor que reconstrucción] de los hechos en el pensamiento, o la expresión abstracta cuantitativa de los hechos. Las reglas que formulamos para efectuar esas reconstrucciones son las leyes naturales. En la convicción de la posibilidad de tales reglas reside la ley de causalidad. Ésta simplemente afirma que los fenómenos naturales son *interdependientes*.” De esta cadena de definiciones

¹¹ Un característico exponente de esta identificación entre legalidad y causalidad es Bernard (1865), *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, pág. 133: “Sólo conocemos los fenómenos naturales por su relación con las causas que los producen. [Obsérvese esta extraña inversión del conocido principio newtoniano, según el cual inferimos las causas de sus efectos observados o fenómenos.] Y la ley de los fenómenos no es sino la expresión numérica de esta relación, expuesta en forma tal que nos dé la posibilidad de predecir la relación causa-efecto en todos los casos dados.”

¹² Helmholtz (1881), adiciones a *Über die Erhaltung der Kraft*, pág. 53.

¹³ Mach (1883), *The Science of Mechanics*, pág. 605.

se deduce con nitidez que Mach no consideraba las leyes como inmanentes a la naturaleza, sino como reglas de procedimiento, como normas creadas por el hombre para traducir los "hechos" (es decir los datos sensoriales primarios) en pensamientos. Extraña paradoja: según esta interpretación las leyes naturales deben ser *contingentes* con respecto a la naturaleza, lo mismo que en las filosofías religiosas de la naturaleza¹⁴. Las dos identificaciones en que Mach incurre en la cita precedente —la de ley con regla de procedimiento, y la de causalidad con legalidad— han sido conservadas por los positivistas posteriores. Así Russell¹⁵ dio una vez esta definición: "Entiendo por 'ley causal' toda proposición general que hace posible *inferir* la existencia de una cosa o suceso de la existencia de otro u otros". El críptico profeta del positivismo lógico¹⁶ escribió en su característico estilo: "si hubiera una ley de causalidad, podría decir: 'Hay leyes naturales'. Pero evidentemente eso no puede decirse, sino que salta a la vista." El fun-

¹⁴ La tesis de la contingencia de las leyes naturales está implicada en la concepción positivista de que se trata de meras taquigrafías conceptuales o reglas económicas de procedimiento. Pero el metafísico que más insistentemente expresó esta doctrina fue Émile Boutroux, uno de los primeros espiritualistas que se entregaron a lo que los franceses llaman la *critique de la science*. Boutroux expuso su tesis principal en su influyente obra *De la contingence des lois de la nature* (1874), y la repitió en *De l'idée de la loi naturelle* (1895), donde concluye que "lo que llamamos leyes naturales es el conjunto de métodos que hemos hallado para asimilar las cosas a nuestra inteligencia, adaptándolas al cumplimiento de nuestras voluntades" (págs. 142-143).

¹⁵ Russell (1914), *Our Knowledge of the external World*, pág. 216. Las cursivas son del autor.

¹⁶ Wittgenstein (1921), *Tractatus Logico-Philosophicus*, 6, 36.

dador del círculo de Viena¹⁷ considera las leyes naturales como *Vorschriften* (prescripciones) y *Verhaltensregeln* (reglas de comportamiento o procedimiento) del investigador, lo cual es verdad pero no *toda* la verdad (cf. 10.1); y también identificaba causalidad con legalidad, al escribir¹⁸ que “La indagación de la existencia de la causalidad sólo puede interpretarse como la indagación de la existencia de una ley natural. El principio de causalidad no es en sí mismo una ley; sólo expresa el hecho de que existen leyes”¹⁹. Hasta antipositivistas como Bergson y Planck²⁰ han conservado la tradicional identificación de ley científica con ley causal, aunque desde luego con diferentes propósitos.

Por más que la física estadística tenga ya una antigüedad de casi un siglo, todavía pueden leerse juicios según los cuales existe una oposición irreductible entre las genuinas leyes naturales y las leyes estadísticas, como si estas últimas no pudieran ser leyes naturales y ni siquiera leyes en absoluto sino “meras” regularidades generales, tan sólo porque no pueden predecir *con*

¹⁷ Moritz Schlick, “Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik”, *Die Naturwissenschaften*, 19, 145 (1931).

¹⁸ Schlick (1936), *Philosophy of Nature*, pág. 57. Cf. también “Causality in Everyday Life and in Recent Science” (1932), reimpr. en *Readings in Philosophical Analysis*, Feigl y Sellars (compils.), pág. 523, y Carnap (1926), *Physikalische Begriffsbildung*, pág. 57.

¹⁹ Bergson (1888), *Essai sur les données immédiates de la conscience*, pág. 150.

²⁰ Planck (1936), *The Philosophy of Physics*, cap. 2. Sin embargo, en otros lugares Planck trazó la útil y hoy difundida distinción entre *ley individual o dinámica y ley estadística o colectiva*; cf. su *Introduction to Theoretical Physics*, vol. V, pág. 225. Alentaba, no obstante, la esperanza de que todas las leyes estadísticas llegaran a reducirse en última instancia a leyes dinámicas del tipo causal (esperanza tan infundada como la de la reducibilidad final de todos los tipos de ley a la ley estadística). Cf. *Where is Science Going?* (1933), págs. 146 y sigs.

certeza sucesos *individuales*. Ni siquiera Eddington²¹ pudo avenirse a reconocer la existencia de una *ley del azar*: aunque era indeterminista, la misma noción de *ley del azar* entraba en conflicto con su racionalismo pitagórico. Esa misma oposición irreductible entre leyes naturales y estadísticas fue sostenida por dos eminentes empiristas²²; presumimos que fundándose en la tesis dieciochesca de que el azar es sólo un nombre que damos a nuestra ignorancia de las “estrictas reglas” causales de la naturaleza, y no un modo de ser sujeto a un nuevo tipo de ley.

La mera existencia de leyes científicas no causales, como por ejemplo las leyes de las variaciones correlativas en los organismos, indica que la investigación científica no consiste exclusivamente —y es probable que ni siquiera principalmente— en la búsqueda de leyes causales. En lo que sigue sólo mencionaremos unos pocos tipos de leyes científicas no causales, subrayando en particular las taxonómicas, cinemáticas y estadísticas. Podría reunírseles a todas bajo el título de leyes *exclusivamente* descriptivas; pero esta clasificación, por más difundida que esté, es errónea pues tales leyes sirven también para fines explicativos; sólo que, como lo demostraremos a continuación, no nos permiten formular explicaciones *causales*.

²¹ Eddington (1939), *The Philosophy of Physical Science*, pág. 181. El significado usual (clásico y popular) de la palabra ‘ley’ —que Eddington parece tener en cuenta— es el de una “regla rígida”, que no tolera excepciones. Ejemplo de ley natural general que da lugar a excepciones es la segunda ley de la termodinámica, tal como la formula e interpreta la mecánica estadística.

²² Borel (1914), *Le hasard*, cap. I. Enriques (1941), *Causalité et déterminisme dans la philosophie et l’histoire des science*, pág. 68.

10.3. ALGUNOS TIPOS NO CAUSALES DE LEY CIENTÍFICA

10.3.1. *Leyes taxonómicas y morfológicas*

Todos los enunciados legales incluyen explícita o implícitamente el concepto de clase, por cuanto se refieren todos ellos a tipos o clases de hechos y no a hechos singulares (cf. 2.2). Pero las leyes taxonómicas son *tan sólo* clasificaciones, o sea, enunciados de inclusión en clases y por ello son los más simples de todos los tipos de enunciados legales. El *Systema Naturae* (1737, 1768) de Linneo, que señaló toda una época, no tomaba en cuenta el cambio y por ello no precisó de ninguna categoría de determinación. Dicha obra introdujo un método de clasificación artificial de los seres vivos *co-existent*s (mediante caracteres singulares), sin referencia alguna a su linaje, y estableció una serie de leyes taxonómicas. Es verdad que la clasificación de Linneo ha sido luego completada con sistemas de clasificación filogenética que se fundan en agregados de caracteres y sobre la base de hipótesis de relaciones genéticas y evolución. Es decir, que los nuevos ordenamientos del material existente han sido efectuados con un propósito más que nada descriptivo, sobre la base de hipótesis explicativas. En otras palabras, las nuevas descripciones se han fundado en una nueva explicación. Pero la sistemática de Linneo fue indudablemente una etapa preliminar indispensable en biología, por lo menos en botánica; y ello es fácil de entender, pues antes de saberse *que* las especies han ido cambiando y que la genealogía explica su filiación era necesario saber *qué* es lo que podía haber evolucionado. El reemplazo de los sistemas de clasificación artificiales por los naturales o genealógicos no representó, sin embargo, el relevo de la mera descripción por la explicación *causal*;

en realidad, en la medida en que la sistemática evolucionista explica el progreso biológico, trasciende el alcance de la causalidad, que excluye las novedades de orden superior (cf. 8.2).

Otro distinguido componente de la clase de las teorías no causales y morfológicas es la cristalografía clásica. Los tipos de cristal clasificados por esta disciplina pueden a su vez explicarse por la teoría atómica, que incluye por cierto un elemento causal. Pero la disciplina que se ocupa de las formas de los cristales es una ciencia por derecho propio y es además indispensable para *explicar* ciertos fenómenos físicos como la piezoelectricidad, que procede de la asimetría cristalográfica. Hablando en términos generales, las ramas morfológicas de la ciencia no tienen por qué contener elementos causales, si bien pueden resultar a su vez explicables mediante teorías que contienen tales elementos. (En lo referente a la explicación de las leyes en términos de leyes de niveles superiores, cf. 11.2.3.)

10.3.2. *Leyes cinemáticas*

De las teorías cinemáticas, las del movimiento planetario formuladas por Ptolomeo y por Copérnico se cuentan entre las más interesantes y de mayor trascendencia. Ninguno de los dos asignó *causas* a los complejos movimientos de los vagabundos celestes; no obstante, ayudaron a explicar *otros* fenómenos del cielo, como por ejemplo los eclipses. Es decir, que esas teorías cinemáticas no eran —en contra de lo que suele sostenerse— *puramente* fenomenológicas: no se limitaban a describir fenómenos sin explicarlos. Por ejemplo el objetivo de la teoría astronómica de Ptolomeo era *explicar apariencias sensibles*, en especial el movimiento aparentemente irregular de los planetas (véase fig. 26),

que era en verdad irregular con respecto al movimiento aparente de las estrellas. (¿Hace falta demostrar que el orden y la regularidad no son absolutos sino relativos?) El *Almagesto* (ca. 140 d. C.) llevó a cabo esta tarea con ayuda de los hipotéticos epiciclos y excéntricas inventa-



Fig. 26. Movimiento aparente de un planeta. Vistos desde la tierra, los movimientos de avance y retroceso y las detenciones son irregulares con respecto al movimiento aparente de las estrellas fijas.

dos por Hiparco (véanse figs. 27 y 28), que eran curvas a las cuales ni Ptolomeo ni la mayoría de sus continuadores parecen haber asignado realidad alguna. (Los movimientos componentes hacían las veces de *razones* y no de *causas*.) Ptolomeo consiguió así *explicar* los movimientos aparentes de los planetas, cuya enojosa irregularidad fue uno de los más importantes resortes del progreso de la astronomía; hasta ese punto su teoría no fue fenomenológica, pese a las afirmaciones de los fenomenistas²³. Lo que Ptolomeo no explicó fue por qué los movimientos componentes de los planetas habían de

²³ Duhem (1908), Σῶζειν τὰ φαινόμενα, *Essai sur la notion de théorie physique*. Ptolomeo había afirmado que la tarea de la astronomía se limitaba a salvar las apariencias (celestes) (*sôzein tà phainόμενα, salvare apparentias*). Duhem entendió que esto significaba que las teorías físicas y astronómicas sólo debían ser descriptivas, y no explicativas. A nuestro entender, Ptolomeo puede haber querido decir que la astronomía no estaba entonces en condiciones de decidir cuál de las teorías contemporáneas (que eran equivalentes en lo que se refie-

ser tales como él los había supuesto y no otros; en particular, su teoría no indicaba cuáles eran las *causas eficientes* del movimiento planetario: se trataba de una teoría no causal y predominantemente descriptiva, pero en parte también explicativa.

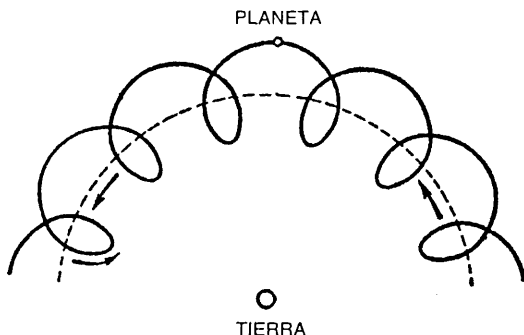


Fig. 27. *Explicación geocéntrica de las apariencias irregulares de los planetas* (véase fig. 26) mediante un movimiento regular (circular) a lo largo de un epiciclo. Para obtener una explicación más completa es preciso introducir las excéntricas.

Es obvio que los aristotélicos no podían quedar satisfechos con semejante sistema astronómico; y ello precisamente porque, según la tesis aristotélica —conforme a la cual explicar es dar razones, que son a su vez causas— no se trataba de una teoría causal y en consecuencia no era plenamente explicativa (cf. 9.2). Adop-

re a la *descripción*) respondía con mayor exactitud a la realidad. Esta abstención de juicio fue debida al descubrimiento por Hiparco (ca. 146-126 a. C.) de que con cualquiera de los dos sistemas, el geocéntrico o el heliocéntrico, era posible explicar los fenómenos entonces conocidos. Se necesitaban nuevos datos empíricos para decidir cuál de esos dos sistemas era el verdadero; pero para ello hubo que esperar a Kepler y Galileo.

tando y refinando las ideas astronómicas de Calipo y de Eudoxo de Cnido, según quienes los cuerpos celestes eran arrastrados por esferas rotatorias homocéntricas, el Estagirita había redondeado una teoría causal de los

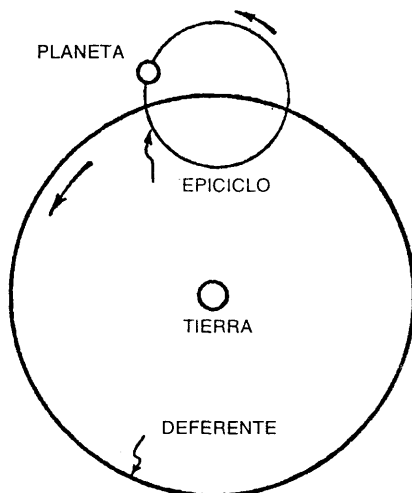


Fig. 28. Instantánea del proceso descrito en la fig. 27.

movimientos celestes. Cada una de las numerosas esferas celestes que inventó estaba encargada de empujar un grupo de astros; las esferas eran su vez empujadas, una a una, por un Primer Motor. Desgraciadamente para los partidarios del Filósofo, su teoría astronómica no armonizó con los resultados de la observación. Por ello Averroes, el *Comentador*, se quejó de que en su época no existiera la astronomía, pues ésta se limitaba a brindar un medio adecuado de cómputo pero sin correspondencia con lo existente. Más de un aristotélico debe haberse preguntado cómo era posible que una teo-

ría no causal, como la de Ptolomeo, diera cuenta de la mayor parte de los fenómenos celestes conocidos y hasta brindara una explicación de algunos de ellos (en especial los aterradores eclipses). Sin embargo, parece que nadie llegó a extraer la conclusión correcta, o sea, que una teoría científica no tiene por qué ser causal.

Como es sabido, la teoría de Newton permitió la *explicación* de leyes cinemáticas (como las de Kepler). Por ello, éstas ya no deben considerarse necesariamente como elementos últimos, aunque ello sea al precio de admitir otros a un nivel superior; por ejemplo la segunda ley del movimiento, de Newton, y la ley de gravedad, que a su vez se convierten en enunciados derivados en el contexto más amplio de la teoría general de la relatividad. De ese modo se han construido teorías astronómicas que satisfacen las exigencias racionalistas de Averroes, pero no su pretensión aristotélica de que las razones correspondan a causas. Además, la astronomía moderna ha demostrado que las leyes cinemáticas del movimiento planetario, debidas a Kepler, son sólo aproximadas (esencialmente por las perturbaciones que ejercen los demás planetas). Y por otra parte, ha permitido comprobar que las apariencias que la teoría geocéntrica tomó por puntos de partida inmovibles eran erróneas y que el correcto punto de arranque es una realidad no percibida, pero inteligible y objetiva, oculta tras las apariencias²⁴.

²⁴ No sólo creyentes como Duhem, sino también algunos positivistas como Frank, Reichengach y Dingle, han argüido que los sistemas geocéntrico y heliocéntrico son *descripciones equivalentes* del mismo conjunto de fenómenos (apariencias). Dos hechos, entre otros, demuestran la insolvencia de tal afirmación. En primer lugar, el sistema heliocéntrico, tal como lo perfeccionó Kepler y lo racionalizó Newton, explica *más* hechos astronómicos que el sistema tolemeico. En segundo lugar, el principio relativista de la equivalencia (entre

Pero el hecho de que las leyes cinemáticas elementales del movimiento planetario puedan explicarse mediante (o deducirse de) una teoría de nivel superior que contiene un importante elemento causal (la teoría de Newton) no invalida la aserción de que las primeras no constituyen leyes causales. Pues, a pesar de lo que Russell²⁵ y otros han sostenido, un enunciado tal como “los planetas se mueven en elipses” (que es en esencia la primera ley de Kepler) no es una ley causal, por la simple razón de no referirse a las *causas* del movimiento ni de la elipticidad.

10.3.3. *Otras leyes no causales: leyes estadísticas, principios de relatividad y prohibiciones cuánticas*

Las leyes estadísticas son indiscutiblemente no causales, por más que pueda demostrarse que algunas de ellas son en parte deducibles de leyes que tienen un componente causal. Un ejemplo típico es la teoría cinética del calor, que explica los fenómenos térmicos como emergentes de movimientos mecánicos a nivel inferior o, con más exactitud, como resultado colectivo de un gran número de movimientos mecánicos individuales. Tres estratos teóricos, y en consecuencia tres tipos de ley científica, están implicados en la explicación que provee la mecánica estadística de los fenómenos termodinámicos molares; a saber: I) *la dinámica de las partí-*

campos gravitatorios y sistemas de referencia acelerados), que ha sido invocado en apoyo de la supuesta equivalencia de las teorías, no tiene validez en lo referente al sistema solar en su conjunto: en realidad los campos gravitatorios pueden “hacerse desaparecer” mediante transformaciones de coordenadas adecuadas tan sólo en elementos de volumen diferenciales de espacio-tiempo, por donde la descripción geocéntrica no equivale a la heliocéntrica.

²⁵ Russell (1948), *Human Knowledge*, pág. 344.

culas, que rige para las moléculas individualmente; II) la *mecánica estadística*, que estudia el comportamiento global y a largo plazo de grandes conjuntos de componentes similares; III) la *termodinámica*, que trata los sistemas físicos como totalidades conjuntas cuyas propiedades emergentes se explican de manera parcial mediante I) y II)²⁶. El primer nivel (dinámica de las partículas) contiene un fuerte componente causal, resumido en la ecuación de fuerza; en el segundo nivel (mecánica estadística) se introduce la noción no causal de movimiento fortuito, o impertinencia recíproca de las trayectorias. (Es decir, que aunque los movimientos individuales se consideran dinámicamente determinados, se supone que cada uno de ellos es contingente con respecto a los demás movimientos.) En el nivel de teoría que sigue (termodinámica) desaparecen casi por entero tanto la causación como el azar: se sintetizan, produciendo una teoría que trata de conceptos (referentes a propiedades y procesos) vinculados entre sí por relaciones funcionales simétricas que no pueden polarizarse de modo inambiguo en vínculos causa-efecto.

Pero no necesitamos recurrir a la física estadística para apoyar nuestra afirmación de que la causalidad no agota la legalidad. La teoría de la relatividad restringida, habitualmente (y erróneamente) considerada como una teoría por completo causal, provee un ejemplo notable de estructura teórica fundada en elementos

²⁶ Por ejemplo en la deducción elemental de la ecuación de estado del gas ideal, se emplean esencialmente los siguientes enunciados: i) las leyes newtonianas del movimiento son válidas para cada punto material; ii) el valor medio de la energía cinética (de traslación) de una gran colección de puntos materiales que se mueven libremente es $\langle E_{cm} \rangle = \frac{1}{2} m \bar{v}_A^2 = \frac{3}{2} pV$. Estas hipótesis son necesarias (pero no suficientes) para la deducción del enunciado legal deseado, a saber, iii) $pV = nRT$, que pertenece al tercer nivel de teoría.

no causales. Pues los axiomas básicos de esta teoría son el principio restringido de relatividad (que establece la invariancia de las leyes físicas respecto de la elección de sistemas de referencia inerciales) y el principio de la constancia de la velocidad de la luz en el vacío. Sólo ocasionalmente se reconoce²⁷ que ninguno de estos dos principios es una ley causal; ello puede verificarse comparándolos con cualquiera de las formulaciones del principio causal (cf. cap. 2). A igual conclusión puede llegarse a partir de un examen directo de las fórmulas de transformación de Lorentz, que pueden deducirse exclusivamente de esos axiomas con algunas adiciones de índole matemática. Pues las fórmulas aludidas,

$$x' = \frac{x - vt}{(1 - v^2/c^2)^{1/2}} \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \frac{t - (v/c^2)x}{(1 - v^2/c^2)^{1/2}}$$

expresan una *relación* entre sistemas inerciales, no una dependencia genética unilateral como la que afirma el nexo causal; en consecuencia, la “contracción” de Lorentz-Fitzgerald, emanante de las antedichas fórmulas, es *incausada*. Debería bastar con la comprensión de la naturaleza no causal de las fórmulas de transformación de Lorentz para abandonar las investigaciones de la *causa* de la “contracción”, las cuales han contribuido a oscurecer la interpretación de la relatividad ocultando el carácter relacional tanto del espacio como del tiempo²⁸.

²⁷ Törnebohm (1952), *A Logical Analysis of the Theory of Relativity*, pág. 47.

²⁸ Cuando mucho, podría interpretarse que las fórmulas de transformación de Lorentz expresan una dependencia *mutua* entre sistemas mecánicos de referencia a través del campo electromagnético;

Mencionaremos por último un grupo bastante extraño de enunciados legales que rara vez o nunca contienen la categoría de causación: las *prohibiciones* o aserciones de imposibilidad física. Las primeras dos leyes de la termodinámica pueden enunciarse en forma tal que afirmen la imposibilidad de la existencia de motores perpetuos de la primera y de la segunda especie respectivamente. Tanto la espectroscopia atómica como la nuclear contienen una serie de reglas de selección que “prohíben” ciertas transiciones, o sea que dan por imposible la existencia de determinadas líneas espectrales o de determinadas formas de desintegración. Otro *Verbot* característico es el principio de exclusión de Pauli. Estas leyes no son ni causales ni estadísticas, sino que constituyen un grupo peculiar. (Es interesante observar que ciertos teoremas de conservación y ciertas reglas de selección —que son constantes del comportamiento de microsistemas, y derivan de leyes de nivel superior— no se refieren a conjuntos de sistemas sino a objetos *individuales*; es decir, se supone que son válidos para todo microsistema en particular, no en promedio ni para cierto porcentaje de microsistemas tomados al azar. Esto es importante porque indica que la mecánica cuántica, en *cualquiera* de sus interpretaciones, está lejos de ser una teoría *puramente estadística*²⁹.

Creemos que con esto bastará para demostrar que las leyes naturales no tienen por qué ser necesariamente causales. Nos volveremos ahora a otro problema más espinoso: el de las leyes sociohistóricas.

pero no que enuncie una vinculación causal, pues en ellas no se declara la generación de cosa alguna.

²⁹ Cf. Eino Kaila (1949), “Beitrag zur Lösung der philosophischen Problematik der Quantenphysik”, en *Nature des problèmes en philosophie*, Bayer (compil.), vol. II, págs. 77 y sigs.

10.4. CAUSALIDAD Y LEGALIDAD EN LAS CIENCIAS SOCIOHISTÓRICAS

10.4.1. *¿Son la sociología y la historia disciplinas científicas?*

La reducción de la legalidad a la causalidad es un error de método científico y, al igual que otros errores de este género, es susceptible de acarrear consecuencias nocivas para la ciencia y para toda concepción general del mundo que pretenda basarse en ella. En realidad, tal restricción del significado de 'legalidad' hace vulnerable la ciencia a los ataques del fenomenismo, el indeterminismo, el irracionalismo y el subjetivismo. Esto se comprueba con harta claridad en el caso de la física atómica y nuclear, donde la legalidad no causal suele tomarse por signo de indeterminación, cuando en rigor sólo indica que la jurisdicción de la causalidad es limitada. Pero los resultados negativos de la restricción de la legalidad a la causalidad son todavía más manifiestos en el terreno de las ciencias del hombre, donde la validez exclusiva de la causación está muy lejos de ser obvia.

Dos son, en esencia, los argumentos que se han invocado para apoyar la afirmación de que la sociología y la historia son imposibles como ciencias. El primero es el de la unicidad o irrepeticibilidad de los hechos sociohistóricos; el segundo, la índole no causal de los asuntos humanos. Si la ciencia fuera *definida* como el descubrimiento de las *causas* de sucesos *recurrentes* (*noúnicos*), no sería difícil demostrar que las ciencias de la sociedad y de la historia son imposibles, pues en los asuntos humanos no pueden encontrarse dos sucesos idénticos y por otra parte es evidente que en ellos intervienen categorías de determinación no causales, como la esta-

dística, la teleología y la dialéctica. Puede elegirse entre dos alternativas: reconocer que la imposibilidad de incluir la historia y la sociedad en esa definición sólo revela la impropiedad de ésta, o sostener que la definición es correcta pero que sólo vale para las ciencias naturales y no para las culturales.

Esta última opción es la que ha elegido la escuela histórica "humanística", inaugurada a fines del siglo XIX por Dilthey, Rickert, Windelband y otros miembros³⁰ del movimiento de las *Geisteswissenschaften*, que reaccionó contra la extensión del método científico a todos los sectores de la investigación o, por lo menos, contra su aplicación a problemas donde pudiera conducir a descubrimientos "indeseables". Estos autores, Dilthey en particular, niegan que la ciencia histórica tenga por principales objetivos tanto las condiciones materiales de existencia como las "fuerzas" sociales (en gran medida impersonales) que en última instancia modelan la cultura espiritual: ellos afirman, por el contrario, que la única misión del historiador es averiguar las proezas de un Espíritu supuestamente libre, a quien consideran separado de la cultura material. Además se niegan a admitir que el objetivo final de la investigación histórica sea el descubrimiento de leyes. Según ellos las miras del historiador deben restringirse a la descripción literaria y a la resurrección artística de sucesos completamente *singulares e ilegales* de naturaleza *espiritual*, labor para la cual es indispensable una intuición innata, misteriosa y singular (*das Verstehen*); este supuesto *Ersatz* del método científico es, desde luego, ajeno a las normas generales que gozan de vali-

³⁰ Croce puede ser incluido en este grupo, pero su obra sobre la filosofía de la historia fue escrita una generación más tarde; otros partidarios de esta doctrina han sido Max Weber y Friedrich Meinecke.

dez intersubjetiva. Para esta tendencia regresiva la historia es, en suma, no una ciencia sino un arte, o cuando más una rama de la "filosofía" (en el sentido tradicional de la palabra) que requiere una penetración intuitiva especial³¹. Desde luego sería tonto negar que se requiere cierta "penetración" para hallar el orden en medio de la aparente confusión, resolver problemas o inventar hipótesis que respondan a los hechos, y ello en la historia tanto como en cualquier otra ciencia. Lo que se pone en tela de juicio es *a)* que se presente como intuición histórica *innata*, y *b)* que tal "intuición" (sea ella lo que los psicólogos puedan averiguar que es) constituya la garantía de la verdad. Dada su ineptitud para proveer una *prueba* de las hipótesis históricas, el célebre "método" de la *Verstehen* no es un método en absoluto y no tiene títulos para reemplazar al método científico.

La afirmación de que los sucesos históricos son las hazañas de un Espíritu Libre no debe ocupar nuestra atención: dos monstruosas conflagraciones mundiales y la amenaza pendiente de la guerra nuclear y de la bacteriológica deberían bastar para desechar tal disparate, cuya única utilidad sería la de consagrar actos de rapiña y asesinato como proezas puras y espirituales. Lo que aquí nos interesa es la afirmación de que es impo-

³¹ Estas opiniones son por supuesto muy antiguas. Con pocas excepciones, como las de Tucídides y Polibio en la Antigüedad y Aben-jaldún en la Edad Media, hasta hace poco tiempo ha solido tenerse a la historia por obra de alguna entidad sobrenatural (Destino, Providencia, Espíritu, etc.) o como resultado directo de las ideas y las acciones de grandes hombres. En cualquiera de esas dos alternativas los procesos históricos se consideran como *ilegales* y por tanto ininteligibles y aun estúpidos. La legalidad immanente de los procesos sociohistóricos, por debajo del aparente laberinto de la totalidad, fue afirmada por Hegel, pero como el *Prozess des Weltgeistes* racional.

sible descubrir *leyes* históricas, por cuanto los sucesos históricos son a la vez específicos, únicos, singulares (*einzel*) y esencialmente no causales. Empecemos por examinar la aserción de que los hechos históricos son irrepetibles, pues si éstos resultaran ser *completamente* únicos, si fueran singulares en *todos* los aspectos, entonces evidentemente no podría hallarse ley general alguna, causal o no, que se les adecuara, ya que los enunciados legales no se refieren a objetos singulares que son únicos en todo sentido sino a tipos o clases de objetos. Nos referiremos a la supuesta naturaleza no causal de los sucesos históricos después de ocuparnos del problema de la unicidad (en 10.4.5).

10.4.2. *La univocidad de los sucesos históricos*

Difícilmente podría discutirse la índole única, irrepetible, específica de los sucesos sociohistóricos. La cuestión es si esta unicidad o *Einmaligkeit* de los fenómenos históricos es peculiar a los asuntos humanos, o si es un rasgo de *todos* los objetos concretos, aunque admiténdolo en menor grado en niveles inferiores al de la sociedad o al de la cultura. La tesis de que tal unicidad es exclusiva de los hechos sociohistóricos cuenta con el fácil asentimiento de quienes, desde Schelling hasta los románticos contemporáneos, no están suficientemente familiarizados con las ciencias naturales. Hasta se encuentran distinguidos metodólogos que admiten la posibilidad de edificar una ciencia de la historia y de explicar causalmente los hechos históricos, quienes, sin embargo, afirman que la diferencia entre la historia, una ciencia supuestamente “particularizadora”, y las ciencias “generalizadoras” como la física, reside precisamente en que “es el *suceso particular* el que les interesa [a muchos estudiosos de la historia y

de sus métodos] y no las llamadas leyes históricas universales. Desde nuestro punto de vista, *no puede haber leyes históricas...* Quienes están interesados en las leyes deben volverse a las ciencias generalizadoras (por ejemplo, a la sociología)³². Dos rasgos de esta típica declaración son pertinentes a nuestro problema. El primero concierne al concepto de suceso particular; y el segundo, a la discutible identificación de las leyes históricas (la mayoría de las cuales pueden consistir en tendencias generales y a largo plazo) con leyes históricas *universales*, válidas para todo tipo de sociedad y para todo hecho histórico particular de una clase dada.

La naturaleza de las leyes históricas será nuestro asunto en la sección siguiente; en lo que atañe a la primera cuestión, comencemos por admitir que la identidad completa, la identidad en todos los respectos, tal como la define la lógica³³, es una ficción teórica en lo que se refiere a los hechos sociohistóricos; pero al propio tiempo es también una ficción en *todos* los demás sectores del conocimiento, con la única excepción de la lógica y la matemática, que se construyen sus propios objetos idénticos. Esto se da por sentado en toda ontología dinámica, desde la de Leibniz hasta el materialismo dialéctico y la filosofía organicista de Whitehead. Y así lo están comprendiendo cada vez más los propios

³² Popper (1950), *The Open Society and its Enemies*, ed. rev. pág. 448. La cursiva es nuestra. Obsérvese el extraño (pero usual) corte entre historia y sociología, que se comprendería suponiendo que la historia humana *no* fuera esencialmente el desarrollo de la sociedad humana.

³³ La definición usual de la identidad en lógica es la siguiente: x es idéntica a y si todos los predicados de x son también predicados de y ; o sea, $(x = y) =_{df} (F) (Fx \supset Fy)$.

hombres de ciencia: por ejemplo, ningún físico concienzudo cree hoy en día que existan en el mundo real (a diferencia de los esquemas teóricos) dos fragmentos de materia (dotadas o no de masa) que se hallen *exactamente* en el mismo estado y que interactúen *exactamente* con los mismos campos. No pueden darse dos sucesos macroscópicos estrictamente idénticos, aunque sólo sea porque la entropía de los sistemas molares nunca se mantiene igual. Todo objeto físico (sistema material, suceso, o proceso) es un *unicum* al menos en un respecto. Al revés de lo que creía Hegel, el hombre —y no la naturaleza— es el privilegiado inventor de la identidad y la recurrencia estrictas (ideales); en consecuencia, el hombre es el propietario exclusivo del tedio. La identidad de los coexistentes y la repetición exacta de los sucesivos son tan ideales como los círculos perfectos: sólo se los encuentra a menos de un error que no puede despreciarse por completo. La identidad total de los objetos concretos es una apariencia que más tarde o más temprano es corregida por observaciones más refinadas y análisis teóricos más profundos. Sólo la identidad parcial puede hallarse al nivel óntico. Si algo hay que no sea único por lo menos en un aspecto, no pertenece al mundo exterior.

Por consiguiente, ninguna ciencia del mundo concreto puede aspirar a hallar repetibilidad completa, es decir, repetibilidad en *todos* los aspectos, el tipo de identidad que construimos al nivel del pensamiento abstracto. Por ello la palabra 'excepción' no es anticientífica, como suele creerse: las excepciones sólo son las alternativas menos frecuentes de todas en una colección de hechos. La idea de que la identidad no es una relación entre hechos del mundo exterior sino una *construcción conceptual* muy a menudo *aproximadamente* verdadera, es corroborada por el examen del acto

de la medición. La del más simple atributo físico, tal como la longitud o el peso, al repetirse, casi nunca produce los mismos resultados, con tal que se utilicen instrumentos suficientemente exactos (véase fig. 29). Esto no resulta de las limitaciones de nuestro poder de observación; muy al contrario, a medida que se afina la sensibilidad del instrumento de medición, aumenta también la irrepetibilidad. O sea, que cuanto más refinada sea la observación, más diferencias se advierten; ello se debe a una penetración más profunda en la estructura fina del objeto observado, y a cambios tanto en el objeto bajo observación como en su ambiente (en el cual debe incluirse el dispositivo experimental). En suma, cuanto más sutil sea la observación, menor será la probabilidad de encontrar dos cosas del todo iguales.

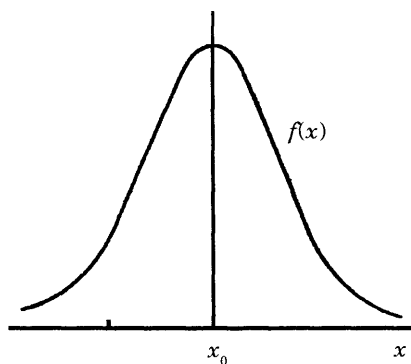


Fig. 29. Curva de error. Los valores medidos se designan con 'x', el valor medio (o "verdadero") con 'x₀'. El "error o discrepancia de medición se distribuye de acuerdo con la ley de Laplace-Gauss:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-(x-x_0)^2 / 2\sigma_0^2}.$$

La probabilidad de que el error esté comprendido entre $(x - x_0)$ y $(x - x_0) + dx$, es $f(x) dx$.

(Y precisamente por esto debe aspirarse siempre a observaciones más refinadas: no porque aumenten la uniformidad, sino porque permiten descubrir una mayor diferencia.)

Si semejante especificidad, unicidad o irrepeticibilidad de los sucesos en el mundo de la materia no hace imposibles las ciencias físico-químicas, ¿por qué motivo debería imposibilitar las ciencias sociales? Admitiendo que los sucesos sociohistóricos son enormemente más ricos que los de los niveles inferiores, y que ello los hace susceptibles de un grado *más elevado* de especificidad o individualidad, ello no quiere decir que dichos sucesos sean *einmalig* (es decir que sólo ocurran una vez) en *todos* los respectos. Sostener la completa irrepeticibilidad es tan superficial como repetir que la historia se repite y equivale a negar la existencia de las especies por la circunstancia de no haber dos individuos exactamente iguales, posición nominalista (y nihilista) criticada hace mucho tiempo por Kant³⁴; y por otra parte, esa diversidad no indica que los sucesos sociohistóricos sean ilegales, único rasgo que podría hacer infructuoso su tratamiento científico. Si los sucesos sociohistóricos fueran todos *esencialmente* diversos entre sí, si no pudieran hallarse dos acontecimientos similares, si la unicidad *en detalle* fuera incompatible con la identidad esencial y parcial, o al menos con la similitud, entonces nada sería inteligible en la sociedad y en su desarrollo histórico y los sociólogos e historiadores podrían aspirar tan sólo a una crónica más o menos artística de hechos separados, ininteligibles y

³⁴ Kant (1787), *Kritik der reinen Vernunft* (B), págs. 680 y sigs.: una clásica y elocuente dilucidación de la necesidad de aplicar simultáneamente un “principio de homogeneidad” y un “principio de especificación” para explicar la identidad en medio de la diferencia.

por tanto inútiles. (Suponiendo que su mera descripción fuese posible, suposición que está lejos de ser obvia pues habría que inventar un nuevo juego de términos para narrar cada suceso.) Es de presumir que ninguna persona inteligente se interesaría por tal descripción, aunque ella fuera posible.

Veamos ahora la cuestión de la existencia de leyes históricas.

10.4.3. *La legalidad de los procesos históricos*

Fácilmente puede admitirse que sólo conocemos por ahora unas pocas leyes históricas *universales*, en el sentido de pautas comunes a todos los períodos y a todos los tipos de organización social. En primer lugar, la mayor parte de las leyes históricas conocidas son —como lo sostendremos más adelante— leyes *estadísticas*, tanto en el sentido de que implican agrupaciones numerosas de hombres, como en el de que no rigen para todos y cada uno de los casos singulares sino en cierto porcentaje de casos. En segundo lugar, cada tipo de organización social existe y se desenvuelve de acuerdo con sus propias y peculiares leyes; así, la vida social y el desarrollo histórico de una comunidad que enfrenta la naturaleza como un todo más o menos integrado no podrían ser los mismos que los de un grupo social desgarrado por luchas entre clases antagónicas. Las leyes históricas no planean por encima de los hombres, sino que son precisamente las formas en que los hombres se las arreglan a lo largo del tiempo.

Empero, algunas leyes sociales se mantienen con suma constancia a través de la historia; y la existencia de estos invariantes culturales, o pautas constantes de comportamiento social, es lo que permite a los antropólogos hablar del hombre, y al historiador de la historia

del hombre³⁵. Uno de estos invariantes es el predominio final o a largo plazo de las condiciones materiales (biológicas y económicas) sobre la cultura espiritual, condensado en uno de los pocos proverbios que tienen validez tanto individual como social: *primum vivere, deinde philosophare*. Otro enunciado legal que hoy resulta completamente obvio es aquel según el cual los cambios profundos en el modo de producción, como por ejemplo la renovación o reorganización del equipo técnico, provoca a la larga la renovación de la estructura social o por lo menos hace que tal ajuste de las relaciones sociales sea deseable para un sector de la sociedad, el cual en consecuencia intenta modificar la organización social predominante. Otra ley₂ histórica universal es la tesis de que la recolección y la caza preceden a la domesticación de las plantas, los animales y los hombres, la cual a su vez precede a la civilización (por lo menos en el caso de las comunidades sociales que se desarrollan autónomas).

Además de un puñado de leyes sociohistóricas genuinamente universales, arraigadas en las características generales y casi constantes de la humanidad, y que precisamente son las que nos permiten agrupar a todos los hombres en la especie *Homo sapiens*, hay leyes generales peculiares de cada tipo de organización social o de cultura. La existencia de tales leyes está atestiguada por el notorio hecho de que cada tipo de sociedad reacciona en forma típicamente propia a un estimulante dado, ya sea externo o interno. ¿Y no es acaso la forma típica de conducta social en el curso del tiempo lo que se entiende por ley histórica? Sin embargo, debe

³⁵ Cf. Clyde Kluckhohn (1953), "Universal Categories of Culture", en *Anthropology Today*, Kroeber (compil.); Gardiner (1952), *The Nature of Historical Explanation*, *passim*.

admitirse que las ciencias sociales siguen caracterizándose por un hiato demasiado grande entre la base fáctica y el nivel más elevado de los principios generales. Ese claro entre los hechos singulares y los enunciados legales superiores va siendo llenado gradualmente con enunciados legales (hipótesis de nivel inferior) inferidos de particulares, aunque no sin la intervención (favorable o no) de principios generales. En la medida en que se colme este vacío en el nivel de las leyes irá cambiando sin duda la evaluación tanto de la base fáctica como del nivel superior: se irá otorgando importancia a diferentes tipos de hechos y en consecuencia se irán proponiendo nuevos principios generales; pero entonces ya no como meros atisbos fundados en datos insuficientes, sino como síntesis de haces enteros de enunciados legales particulares. (Con respecto al estudio científico de los tipos sociales existentes, una vez que se haya alcanzado este estadio, y quizás antes de que los principios generales apenas descubiertos lleguen a rendir todos sus frutos —a saber, el descubrimiento de nuevos hechos y de nuevas leyes—, puede llegar el momento de alterar las estructuras sociales predominantes que “obedecen” a tales principios, y de este modo el conocimiento sociológico se convertirá en conocimiento histórico.)

Es de reconocer que las leyes históricas son enormemente más complejas que las naturales. En historia no nos resulta posible aplicar fáciles esquemas como la ley del incremento del mal, de los profetas hebreos, o la ley spenceriana del progreso ilimitado, o la inevitable repetición sostenida por Buckle y Schopenhauer, o la regla organicista de crecimiento y decadencia cíclicos imaginada por Vico y Spengler. Además de la complejidad, hay otro factor que tiende a oscurecer la legalidad histórica: el hecho, generalmente olvidado, de que las

leyes científicas, de cualquier índole que sean, no valen para casos concretos, específicos e individuales; *de que las leyes científicas sólo rigen para clases de objetos*, y las clases sólo tienen existencia real en un número limitado de aspectos, mientras que los sistemas, sucesos, o procesos concretos individuales tienen un número ilimitado de facetas, de modo que pueden pertenecer simultáneamente a muchas clases diversas y su especificación puede exigir numerosas leyes. Para que un grupo de objetos concretos (sistemas, sucesos, procesos) pueda caber en una clase, nos vemos obligados a despojarlos de aquellos rasgos peculiares que no atañen a la clase en cuestión. En cierto sentido, al clasificar los sucesos (y toda aplicación de enunciados legales implica una clasificación previa) convertimos los objetos concretos en abstractos; pero si la clasificación es adecuada —o sea, si el atributo o conjunto de atributos elegido para el agrupamiento es patrimonio real de todos y cada uno de los miembros de la clase— entonces los universales en cuestión tendrán su réplica real. En este caso la clase, que es un producto de la actividad intelectual, tendrá también un *status* objetivo; pero el reconocimiento de tal objetividad, lejos de ser obvio, exigirá mayor o menor esfuerzo de abstracción.

De ahí que la univocidad, especificidad e individualidad de cada miembro de una colección no vuelva ilusorias las clasificaciones: los elementos de la colección serán todos los mismos *en ciertos aspectos*, nunca en todos los particulares (claro está, siempre que se trate de objetos concretos). Esto vale, desde luego, no sólo para las propiedades que poseen en un instante dado, sino también para sus cambios en el tiempo. Las leyes, ya sean de estructura o de proceso, de la sociedad o de la historia, son pues posibles. Por ejemplo, todas las guerras consisten en luchas entre gente armada por algu-

na "razón" (generalmente un interés material); de donde, aunque nunca ha habido dos guerras exactamente iguales, todas comparten ciertas características, todas responden a algunos patrones elementales. La existencia de leyes de la guerra hace posible y provechoso estudiar la estrategia y la táctica, utilizando la información sobre las guerras del pasado para descubrir e ilustrar leyes cuyo conocimiento pueda resultar útil en carnicerías futuras.

En consecuencia, la particularización histórica no es incompatible con la generalización científica (establecimiento y empleo de leyes), y se cumple por otra parte en dos niveles sucesivos: primero, en la narración histórica veraz; segundo, en el intento de conseguir que las historias particulares se adecuen a una estructura teórica comprensiva que incluye leyes explicativas. El caso es que la explicación de un suceso histórico único no puede alcanzarse con la ayuda de *un solo* enunciado legal, o sea, que no puede derivarse como un ejemplo de un solo enunciado nomológico (en combinación con un conjunto de informaciones específicas que desempeñan una función análoga a las condiciones iniciales en la física). Los objetos concretos, y por tanto únicos, pueden considerarse como *intersecciones* de un elevado (y tal vez infinito) número de leyes.

El siguiente esbozo de un análisis lógico del problema de univocidad *versus* legalidad puede contribuir a aclarar sus términos. Supongamos que X_1 denota alguna característica (propiedad), y que L_n designa alguna de las leyes que vinculan X_1 con otras propiedades, X_2 , X_3 , etc. En el caso más simple la ley L_n tendrá la forma de una relación diádica; en ese caso $L_n =_{df} ({}^nR)(X_1R_nX_n)$. Llamemos F_n al campo de la ley enésima, o sea, dicho toscamente, la clase de hechos "regidos" por L_n o, mejor dicho, el conjunto de elementos x_1 para los

cuales vale dicha ley. Y por último construyamos la intersección de los campos de las leyes a las cuales "obedece" la propiedad X_1 , a saber, $F = F_1 \cdot F_2 \dots F_n \dots$. Éste será, por definición, el dominio en el cual rigen conjuntamente todas las leyes implicadas. Tal campo o ámbito puede llamarse el *lugar (locus) del conjunto de leyes* L_n . Nuestra suposición es que todo hecho real (suceso, fenómeno) en el cual está implicada X_1 , puede considerarse como *el único elemento del lugar de cierto número de leyes*; o, si se prefiere, son hechos únicos aquellos *loci* de un conjunto dado de leyes que se reducen a un "punto" único. Mejor aún: en esta suposición los hechos singulares se describen en términos de *loci* unimembres de un conjunto de leyes, es decir, de la siguiente forma: $(^n x) x^e F_1 \cdot F_2 \dots F_n \dots$

Suele ser la ignorancia de leyes sociohistóricas presumiblemente importantes, así como su vasto número, lo que impide a los historiadores superar el nivel de la narración. La situación en las ciencias históricas no es esencialmente distinta de la que aún prevalece en medicina, donde las historias clínicas son indispensables, no sólo como materia prima para la eventual inferencia de leyes sino también como sustituto de leyes hasta ahora ignoradas aunque presumidas. Pero el relativo atraso actual de la teoría médica no abona la conclusión de que no existan leyes₁ de la patología humana. ¿Por qué no ha de ocurrir lo mismo en historia?

10.4.4. *Obstáculos al descubrimiento de leyes históricas*

Una de las dificultades que se oponen al descubrimiento de leyes en cualquier terreno es la baja frecuencia de las regularidades *observadas*. (¿No fue acaso el aparente desorden del mundo fenomenal uno de los pretextos que alegó Platón para negar la posibilidad de

una ciencia del mundo material?) Las regularidades rara vez se *observan*: por lo general se *infieren* o reconstruyen, o sea, que primero se suponen y luego se prueban; y esto, precisamente porque las regularidades no rigen para objetos específicos, individuales, sino para clases de objetos. Para hallar regularidades debemos hacer un amplio uso de la abstracción, único medio de trascender el laberinto de las apariencias y alcanzar la esencia de las cosas; debemos, en suma, empobrecer lo inmediatamente dado antes de poder reconocer su ordenamiento. En otras palabras, el establecimiento de leyes exige la construcción de *modelos teóricos*; y esto no se convertirá en un hábito mientras predomine en las ciencias del hombre la actitud descriptiva³⁶.

Los filósofos de las ciencias sociales no deben negar, dogmáticamente, que el hombre sea capaz de aprender algunas leyes sociohistóricas. Por lo menos, el hombre tiene derecho a *buscar* las leyes del desarrollo cultural; más aún, está vitalmente interesado en su hallazgo, para poder aumentar sus probabilidades de éxito al enfrentar los problemas sociohistóricos. Los filósofos de las ciencias culturales deben también admitir que nuestra comparativa ignorancia de las leyes de la sociedad y la historia no sólo se debe a la gran complejidad de los asuntos humanos, sino también al propio prejuicio de que *no hay* leyes históricas, prejuicio sospechoso de estar aliado a poderosos intereses sociales (o antisociales) que tiene vital interés en evitar toda averiguación a fondo del mecanismo social. *Et puor cause!* Quienes son capaces de desmontar ese mecanis-

³⁶ En Kenneth J. Arrow, "Mathematical Models in the Social Sciences", reimpr. en *General Systems*, 1, 29 (1956), puede hallarse una exposición de las teorías matemáticas del comportamiento económico y social.

mo en teoría pueden sentir deseos de modificarlo en la práctica; y, lo que es más peligroso para quienes viven de la persistencia de formas sociales fósiles, tales hombres pueden llegar a tener éxito en su intento. Éste es el principal motivo por el cual la concepción pragmática de la ciencia —resumida en la máxima positivista “Saber es prever; prever es dominar”— que tanta aceptación tiene en las ciencias naturales, es tan a menudo olvidada en las sociales, donde resulta más conveniente sostener que la sociedad humana es racionalmente incognoscible, y por tanto impredecible, y por tanto incurable.

Para resumir, existen leyes históricas³⁷ tanto universales como generales; las primeras rigen para la humanidad y las segundas para tipos definidos de organización social, sin que esto signifique que la historia se repita. (Tampoco sucede que la legalidad natural excluya la novedad: cf. 8.2.5.) Existen normas generales de comportamiento colectivo; pero la mayoría de ellas, por ser peculiares del tipo de estructura social, se modifican a su vez con cada transformación social radical. Finalmente, como lo sostendremos en la próxima sección, las leyes sociohistóricas no son exclusivamente, y tal vez ni siquiera principalmente, pautas de causación.

10.4.5. Aspectos no causales de los sucesos sociohistóricos

Muchos filósofos —pero creemos que pocos historiaadores— estarían dispuestos a negar que la mayor parte

³⁷ Cf. Carl G. Hempel, “The Function of General Laws in History”, *The Journal of Philosophy*, 39, 35 (1942), reimpr. en *Readings in Philosophical Analysis*, Feigl y Sellars (compils.). En Arthur C. Danto, “On Explanations in History”, *Philosophy of Science*, 23, 15 (1956), puede hallarse una negación no irracionalista de la legalidad histórica.

de los procesos históricos de “importancia histórica” son al propio tiempo fuertemente *autodeterminados* (determinados internamente por la estructura del propio grupo social implicado), decididamente *dialécticos* (por cuanto consisten en luchas de grupos humanos o son resultado de ellas), de modo parcial *teleológicos* (tendiendo, aunque casi siempre en forma inconsciente, a la realización de objetivos definidos), y típicamente *estadísticos* (por ser el resultado colectivo de diferentes acciones individuales en gran medida independientes entre sí); en suma, que los sucesos sociohistóricos son eminentemente no causales.

Entendemos aquí la autodeterminación de los sucesos sociohistóricos en el sentido de que los factores externos a un grupo humano (ambiente natural y contactos con las culturas vecinas) sólo son efectivos en la medida en que consiguen modificar los procesos internos esenciales, que ocurren de acuerdo con leyes immanentes: las de la producción material, las relaciones sociales y la vida espiritual. (Todas estas leyes están por cierto arraigadas en la base animal del hombre; pero no por ello se reducen a leyes biológicas. Por ejemplo, las leyes de la producción y de la circulación de mercancías en una sociedad están arraigadas en las necesidades animales comunes del hombre; pero son leyes económicas y no biológicas: por ello cambian considerablemente en el curso de la historia, por más que el hombre haya cambiado muy poco, biológicamente hablando, durante los últimos milenios.) La naturaleza dialéctica de los sucesos sociohistóricos dotados de cierto relieve para la historia tiene que ver con esa misma autodeterminación y procede de la falta de homogeneidad social, una inhomogeneidad que existe ya sea que el grupo social en cuestión esté o no dividido en clases sociales, pero que se intensifica característicamente

(hasta el punto de generar antagonismos destructivos) cuando la apropiación de los bienes materiales es individual. En realidad, ya no es un secreto —aunque todavía se considere una herejía sediciosa— que la fuente *principal* del cambio social es el choque (pacífico o violento) de intereses materiales y culturales.

En cuanto al carácter parcialmente teleológico o finalista de los procesos históricos no es preciso afanarse en demostrarlo, pues constituye una perogrullada que los hombres actúan no sólo impulsados por presiones internas y externas del momento sino también con vistas al futuro, a veces hasta apuntando a un futuro personal inexistente. (Desde luego que el comportamiento humano no es siempre *consciente*, y pocas veces es inteligentemente planeado, aunque sería tonto negar que la planificación consciente de la vida social ha seguido en constante incremento desde la aurora de la civilización). Además la acción humana es con harta frecuencia infortunada, lo cual indica que la teleología no debe entenderse en sentido fatalista sino estadístico. Empero, en contraste con los procesos al nivel de la materia inanimada, el comportamiento humano está dirigido en gran parte hacia la satisfacción de necesidades futuras y hacia la futura conquista de la libertad respecto de la necesidad. Sin embargo, esto no ocurre en cada caso individual: las leyes teleológicas sólo se cumplen en un gran porcentaje de casos, es decir, son estadísticas.

La naturaleza estadística de los sucesos sociales fue reconocida, aunque sólo de modo restringido, a principios del siglo XVII por estadistas y estadísticos holandeses que comprendieron la utilidad de la estadística para los negocios gubernativos. Pero la promoción de este descubrimiento —que inicialmente era tan sólo una técnica para la recaudación de los impuestos y el

cálculo de los presupuestos— a principios de la filosofía de las ciencias de la cultura, tuvo que esperar hasta el advenimiento de la *mathématique sociale* de Condorcet (1795), la *physique sociale* de Quételet (1836) y el materialismo histórico (década del 1850). Este último vio en la determinación estadística de los sucesos sociales una confirmación de su tesis según la cual las leyes de la sociedad son tan objetivas y operan tan ciegamente como las leyes de la naturaleza. La mayoría de las leyes económicas, sociales, culturales e históricas no consisten en patrones fijos recurrentes que afectan la *totalidad* de una clase de sucesos individuales; son, en cambio, *tendencias*, o sea, rumbos generales y a largo plazo. No se aplican sin excepción a todo suceso individual de cierta clase, sino a un porcentaje dado, y valen para clases de *grandes* colecciones de sucesos: son, en síntesis, regularidades colectivas. (La denominación 'ley de probabilidad' es a menudo empleada como sinónimo de ley estadística, pero tal designación es equívoca pues la probabilidad es un concepto matemático; sólo las proposiciones de la teoría de la probabilidad debieran recibir el nombre de leyes de probabilidad.) En consecuencia, al nivel pragmático las leyes culturales no son preceptos infalibles sino, cuando mucho, máximas de exactitud aproximada que resultan ciertas en un elevado porcentaje de casos.

El hecho de que la mayoría de las leyes sociohistóricas tengan carácter estadístico no significa que los sucesos individuales sean ilegales. Significa tan sólo que no puede esperarse que "obedezcan" a *una* ley en particular, sino a grupos de leyes que actúan al unísono (cf. 10.4.3); y no sólo son "gobernadas" por leyes sociohistóricas, también lo son por leyes de orden inferior: es decir, que los hechos singulares al nivel social son la intersección de una cantidad de leyes que pertenecen

tanto al nivel integrativo social como a los inferiores. Por ejemplo, las decisiones de los individuos que participen en un suceso histórico dado están motivadas por factores biológicos, psicológicos, intelectuales y otros; pero sólo tendrán eficacia si se adaptan a un esquema social. Y la naturaleza estadística de la mayor parte de las leyes sociohistóricas no significa que las ciencias sociales sólo se interesen por las resultantes estadísticas de muchos actos individuales sin preocuparse por ellos en sí mismos. No sólo los sucesos más frecuentes son importantes y por ello interesantes para el historiador: también las desviaciones de la media, carentes de interés para el estadístico, son a veces eminentemente interesantes para el historiador, pues pueden estar asociadas con profundos cambios cualitativos. Un caso obvio de tales sucesos poco comunes (improbables) es el de los profundos cambios que pequeños sectores de la humanidad (y hasta individuos excepcionales) pueden llegar a provocar de tanto en tanto: por ejemplo, reajustes sociales y políticos. Pero hasta estos sucesos excepcionales, lejos de carecer de leyes, son el resultado de las leyes del desarrollo social. Además, por más que sean novedosos en sumo grado, siempre tienen *algo* en común con sucesos similares del pasado; y esta identidad parcial es lo que hace útil el estudio de la historia tanto para los conservadores como para los reformadores.

10.4.6. *La exactitud científica no se limita a la exactitud numérica*

A menudo se alega que la sociología no puede aplicar métodos estadísticos en todas sus secciones, debido a la existencia de *imponderables* sociales, de características supuestamente inmensurables como el gusto, la moda,

la devoción a una causa, el entusiasmo, etc. Aunque es verdad que la determinación del peso de cada factor cultural está lejos de ser tarea fácil, la experiencia parece indicar que no hay dificultad para hacerlo en principio. El problema se reduce, esencialmente, a diseñar el instrumento conceptual adecuado y a concebir la técnica oportuna: los supuestos *imponderables* son características *inmensuradas* más que *inmensurables*, y por lo general terminan por pesarse de alguna manera en cuanto se comprueba que tienen importancia económica. Ningún objeto del mundo exterior es *inherentemente* no cuantitativo: lo que usualmente no es cuantitativo sino clasificador o comparativo en *nuestro enfoque* de los objetos concretos.

Además, el objetivo y el resultado de la “medición” de las características sociales no tiene por qué consistir necesariamente y en todos los casos en un conjunto de números que encajan en funciones, vectores, tensores, matrices, etc. Es verdad que la sociología está interesada en medir las intensidades de los factores socioeconómicos (de lo cual se ocupa la sociometría); pero también se interesa por cualidades y relaciones “topológicas” o de orden, que pueden describirse con una exactitud equivalente. Por ejemplo, la investigación de la estructura de un grupo social es un problema sociotopológico y no sociométrico; por más que se la encare sobre la base de datos numéricos definidos —tales como distribuciones de ingresos, en el caso de ciertas sociedades estables— exige también datos no cuantitativos, tales como los relativos al lugar que ocupan los miembros del grupo en la producción material y en la jerarquía social si la hay. En resumen, el enfoque métrico o numérico de los problemas sociales es indispensable; pero debe completarse con un análisis igualmente exacto, aunque comparativo o topológico. Sin embargo, esto no es con-

dición peculiar de las ciencias del hombre: la exactitud no se reduce a la exactitud numérica.

Un enfoque exclusivamente estadístico de los hechos sociohistóricos y, para más, un enfoque concentrado en la medición de detalles nimios pero que pase por alto la corriente principal, puede inducir a error tanto como una interpretación puramente cualitativa; no obstante, el error no reside en el *método* mismo: puede residir en la selección de los hechos, la cual siempre está guiada (abiertamente o no) por principios generales. Las descripciones exclusivamente estadísticas se inclinan a descuidar tanto las principales tendencias del desarrollo social como el mecanismo interno que produce los resultados estadísticos. Este enfoque microsociológico, tan típico de la sociología norteamericana contemporánea, es incapaz de prever los cambios sociales de mayor importancia, aunque puede en cambio suministrar predicciones exactas sobre las ventas futuras de una marca de cigarrillos. Pero esta miopía, repitámoslo, no es inherente al enfoque estadístico: es casi siempre resultado de una selección superficial de los hechos y de la falta de modelos teóricos con vistas a cuya prueba deberían reunirse los datos. El método microsociológico debe completarse con la investigación del mecanismo interno de la evolución social: esta última puede hacer uso de la investigación microsociológica y a la vez servirle de orientación. En todo caso, el mecanismo íntimo que produce los resultados estadísticos observables en el terreno de la sociedad no es esencialmente causal, aunque está determinado de modo perfecto.

10.4.7. *La defensa del método científico en las ciencias sociohistóricas*

La tesis del movimiento de las *Geisteswissenschaften*, según la cual el estudio de la historia no puede ser

científico por cuanto no ha sido posible hallar leyes históricas *causales*, se justifica en la medida en qué: *a)* los escritos historiográficos son por lo general menos que análisis causales, pues en su mayoría permanecen al nivel de la crónica o la narración; *b)* un análisis estrictamente causal de los hechos históricos necesariamente pasaría por alto un enorme número de hechos y conexiones que no se adecuan a ningún haz de hebras causales; *c)* el enfoque causal de los problemas históricos ha conducido al aislamiento de cadenas causales que fácilmente pueden ser destruidas por las filosofías organicistas o funcionalistas de la historia (cf. 5.2.2). La identificación del análisis *científico* con el análisis *causal* facilita así la opinión de que la historia no puede ser una ciencia, concepción que armoniza de modo tan maravilloso con el deseo de impedir que la gente entienda lo que está haciendo y aprenda a participar de modo consciente y efectivo en el acontecer histórico.

Sin embargo, los defensores del enfoque científico de los asuntos humanos escriben a menudo que el principal objetivo de la ciencia social es alcanzar el conocimiento de las conexiones *causales* entre los factores sociales³⁸ y que la principal tarea del historiador es descubrir vínculos causales entre los sucesos³⁹. A nuestro entender, tales declaraciones no deben tomarse de-

³⁸ Cf. Mc Iver (1942), *Social Causation*, *passim*. Alan Gewirth, "Can Men Change Laws of Social Science?", *Philosophy of Science*, 21, 229 (1954).

³⁹ Cf. Maurice Mandelbaum, "Causal Analysis in History", *Journal of the History of Ideas*, 3, 30 (1942). Valiosa defensa del método científico en la historia; implica, empero, la controvertible teoría (apoyada por Meyerson) de que las leyes científicas deben tener en su base explicaciones causales. Una crítica de esta teoría puede hallarse en Gardiner (1952), *The Nature of Historical Explanation*, págs. 83 y sigs.

masiado al pie de la letra: se refieren no siempre a una aplicación sistemática del principio causal, sino a la aplicación del principio de determinación, es decir, del enlace genético legal (cf. 1.5.3). Lo que la mayoría de los defensores contemporáneos de la causalidad quieren en realidad decir, es —nos parece— que los sucesos no ocurren caprichosamente sino según leyes; y que no surgen de la nada, sino que emergen de condiciones preexistentes: por ello, donde escriben conexiones *causales*, tal vez debiéramos leer *algún tipo de conexión legal*, sea causal o no.

Para reducir la confusión que prevalece acerca del método histórico y sus presuposiciones ontológicas, es conveniente dejar a un lado una nomenclatura correspondiente a una anticuada filosofía de la ciencia, a saber, la que afirmaba la coextensividad de ciencia y causalidad. Una forma de defender la aplicación del método científico en sociología e historia es reconocer las limitaciones de la causalidad y exigir que se explore toda la gama de tipos de determinación. Siendo un nexo particular, la causación es defendible como un rasgo real, y es hasta indispensable como reconstrucción aproximada del devenir; pero es indefendible como categoría de extensión ilimitada.

En cambio la legalidad no sólo es el principal resultado de la investigación científica, sino también, en cierto modo, su misma presuposición. Ningún enfoque científico de la realidad sería posible si al menos la propia investigación no fuera susceptible de una organización sistemática acorde con sus propias leyes; y sólo en una antropología trascendentalista, es decir, sólo suponiendo que el hombre es completamente ajeno a la realidad que estudia, puede imaginarse que esta realidad carezca de leyes.

10.5. CONCLUSIONES

Los positivistas han exigido que el concepto de causación sea *reemplazado* por el de ley; han intimado a la ciencia a abandonar lo que Comte llamó "*la vaine recherche des causes*" y han creído que la ciencia ya ha eliminado la noción de sentido común de la influencia causal, "sustituyéndola por el *Denkmittel* por entero diferente de «ley»"⁴⁰. Algunos antipositivistas, en cambio, han sostenido que la legalidad es insuficiente y que debe buscarse *detrás* de cada ley una conexión causal. Sin embargo, el examen de la naturaleza de la ley científica nos ha revelado que la ciencia no ha seguido ninguno de esos dos consejos, pues contiene tanto leyes causales como no causales y también leyes en las cuales concurren varias categorías de determinación.

La ciencia reciente no apunta ni a la decausación predicada por el positivismo en favor de los enunciados de uniformidad puramente descriptivos, ni a un retorno al pancausalismo tradicional. A lo que se tiende ahora, en cambio, es a una *diversificación* de los tipos de ley científica, junto con una creciente inteligencia de que varias categorías de determinación contribuyen a producir cada suceso real.

La etapa de la formulación de leyes causales no es la última, ni siquiera una de las más avanzadas de la investigación: por lo general es sucedida por otras etapas en las cuales se contestan las preguntas no sólo en términos de causas, sino también de varias otras categorías de determinación. La física teórica llegó a quedar firmemente constituida el día en que Newton desechó el precepto escolástico de buscar tan sólo expli-

⁴⁰ James (1907), *Pragmatism*, pág. 119.

caciones causales, comprendiendo en cambio que la principal aunque no la única tarea de la teoría científica es el descubrimiento de las leyes de los fenómenos, sea o no predominante en ellos el aspecto causal. Pero esto no significa que la causalidad sea reemplazada por la legalidad; lo que significa es un *enriquecimiento* del determinismo: el determinismo causal queda incorporado al determinismo general.

Finalmente, las leyes científicas brindan no sólo una descripción abreviada y económica de los fenómenos que nos permite evitar la repetición de las observaciones o de los experimentos, como creían Comte y March. Las leyes científicas o enunciados legales, por ser reconstrucciones ideales aproximadas de las formas inmanentes de la estructura y el proceso, no sólo nos permiten contestar las preguntas acerca de qué, dónde, cuándo y de dónde, sino que también nos suministran respuestas perfectibles a los porqués: son las principales herramientas de la explicación científica de la naturaleza, el pensamiento y la sociedad. Pero el problema de la explicación será encarado en el próximo capítulo.

11. Causalidad y explicación científica

La explicación científica ha sido tradicionalmente considerada como explicación causal: no se admitía que un hecho estuviera científicamente explicado a menos que se indicaran sus causas próximas y últimas. El positivismo reaccionó contra esta errónea identificación, que en última instancia se fundaba en la supuesta identidad de razón y causa. Empero la reacción positivista contra la explicación causal no se debió al limitado alcance de la causalidad, sino al rechazo de *toda* clase de explicación, en favor de la descripción.

La tesis que aquí defenderemos una vez más no es la tradicional ni la positivista, sino una tercera consistente en que las respuestas a las preguntas del tipo “¿por qué?” no deben ser por fuerza causales para ser científicas, por más que la explicación causal constituya sin duda en muchos casos un importante ingrediente de la explicación científica. En apoyo de nuestra tesis examinaremos con brevedad algunos de los tipos de explicación que de hecho se utilizan en ciencia. Pero antes de intentarlo, deberemos examinar el problema de si la ciencia debe tener necesariamente una función explicativa.

11.1. ¿ES EXPLICATIVA LA CIENCIA?

Vale la pena comentar brevemente la historia del movimiento de reacción contra la tendencia panexplicativa del racionalismo, sobre todo porque ese movimiento dista mucho de ser simple y porque está vinculado a los ataques contra la causalidad desde un punto de vista regresivo. La función explicativa de la ciencia ha sido puesta en tela de juicio desde dos posiciones opuestas. Por una parte, los autores religiosos han sostenido que el conocimiento científico es impotente para alcanzar las causas primarias o últimas de las cosas, y que por tanto es vano. Los escépticos, los agnósticos y los primeros positivistas, en cambio, han considerado las especulaciones sobre causas transempíricas y “últimas” como vanas ya sea porque —como empiristas consecuentes— creían que la realidad toda es tal como se nos aparece, o porque creían que la esencia de las cosas es inaccesible, o finalmente porque, en armonía con el *zeitgeist* del período industrial, alentaban una concepción instrumental de la ciencia y no veían provecho alguno en la indagación de elementos últimos. El carácter “positivo” de la ciencia, por oposición a las especulaciones desenfrenadas, oscuras y en gran medida inútiles de los escolásticos medievales y de los filósofos de la naturaleza posteriores (desde el Renacimiento hasta nuestros días), consistía en descripciones y predicciones exactas; las respuestas a las preguntas del tipo “¿por qué?”, consideradas como una empresa imposible o al menos inútil, fueron explícitamente proscriptas por las distintas variedades del fenomenismo. Según esta escuela, la misión de la investigación científica es describir las cosas tal como a nosotros nos parece que ocurren; no indagar por qué suceden así y no de otro modo. Fiel a esta regla, Comte rechazó la teoría

ondulatoria de la luz —una invención científica trascendental de su propia época— alegando que ella constituía una explicación de los fenómenos ópticos (más exactamente, una explicación de las leyes de la óptica geométrica en términos de leyes de un nivel superior).

No hay un tipo único de fenomenismo; o, por lo menos, esta tendencia no es alimentada exclusivamente por una sola intención. Por ejemplo Francisco Sánchez representó al fenomenismo y el agnosticismo progresivos frente al esencialismo y el dogmatismo escolásticos. En cambio Berkeley constituye un caso transparente de fenomenismo regresivo asociado con el dogmatismo; y eso no en el Renacimiento como Sánchez, sino a comienzos de la Ilustración. En Hume, así como en el joven Kant y el joven Comte, el objetivo progresista de desacreditar el supernaturalismo y la especulación anticientífica con respecto a temas que la ciencia estaba manipulando con éxito, estaba ya contaminado con el intento regresivo de poner un límite *a priori* al alcance de la indagación racional en general y de la investigación científica en particular. Con su estricta adhesión al programa fenomenista que circunscribe el dominio de la investigación científica a la descripción “positiva” de lo “inmediatamente dado”, Comte y sus sucesores llegaron a ganarse el nombre de *negativistas*. Al limitar el alcance de la investigación, al poner cortapisas a la razón y al negarse a contestar las preguntas más interesantes, el fenomenismo se alió, fuese o no con conciencia de ello, a las tendencias oscurantistas. Se suscribió una tácita alianza contra las pretensiones del racionalismo y el realismo, se proclamó el fin de la prolongada contienda entre la teología y la religión y se estableció una división de la esfera de la cultura espiritual en dominios bien separados. Desde las últimas décadas del siglo XIX comenzó a concebirse la ciencia, en

círculos cada vez más amplios, no como ocupada esencialmente en la averiguación de la verdad y la consumación del entendimiento, sino tan sólo como un medio de dominio sobre la naturaleza y sobre el hombre, como un resumen de datos y como una técnica para la predicción —y por tanto como una herramienta para la acción— sobre la base de una pura e indiferente descripción. La ciencia podía tolerarse mientras se le adjudicara tan sólo un valor instrumental, y no cultural; podía mantenerse un *modus vivendi* mientras se declarara que la respuesta a las preguntas del tipo “¿por qué?” se hallaba más allá del alcance de la ciencia.

La actitud pragmática con respecto a la investigación científica, la desvalorización irracionalista del conocimiento teórico —facilitadas por la ignorancia del papel de las hipótesis en la ciencia— había cautivado a tantas mentes distinguidas hacia fines del siglo pasado, que Mach¹ pudo declarar que “sólo tiene valor *la relación entre los hechos* [*die Beziehung des Thatsächlichen zu Thatsächlichen*], y ésta se agota en la descripción”. Le Dantec² afirmó que el mejor “lenguaje” es el que contiene menos hipótesis y da menos explicaciones. Duhem³, el positivista católico, dijo sin más trámites que la parte explicativa de la ciencia es “parasitaria”. Petzold⁴, el discípulo alemán de Mach, repitió el aserto de que “no hay otra explicación que una descripción completa y de máxima simplicidad”. Pearson⁵, el ma-

¹ Mach (1900), *Die prinzipien der Wärmelehre*, 2a. ed., pág. 437.

² Le Dantec (1904), *Les lois naturelles*, cap. XVI, esp. pág. 114.

³ Duhem (1906), *La théorie physique: son objet et sa structure*, primera parte, cap. III.

⁴ Petzold (1906), *Das Weltproblem von positivistischen Standpunkte aus*, pág. 147.

⁵ Pearson (1911), *The Grammar of Science*, 3a. ed., quinta parte.

chiano inglés, llegó hasta el punto de decir que “nadie cree ahora que la ciencia *explique* nada; todos la consideramos como una descripción taquigráfica, como una economía de pensamiento”. Más recientemente Wittgenstein⁶ exigió que también la filosofía adoptara esta actitud: “Nada debe haber de hipotético en nuestras consideraciones. Debemos eliminar toda *explicación*, y la descripción debe reemplazarla por entero.” Los partidarios del *Prinzip der Denk-Ökonomie* formulado por Ockham y reinventado por Mach⁷, lo practicaron hasta tal punto que sólo les faltó darse cuenta de que el procedimiento más económico de todos es no pensar en absoluto⁸. Fue William James quien, con su gran sagacidad, comprendió que una de las consecuencias de la doctrina pragmática era la reivindicación o por lo menos la tolerancia de la “experiencia religiosa”, junto con otros tipos de experiencias.

Aunque entre la masa de los partidarios del positivismo persista la creencia de que la explicación científica se reduce a una descripción imparcial, libre de interpretaciones y de hipótesis, la función explicativa de la ciencia ha llegado a ser tan evidente con el rápido desarrollo de la ciencia teórica, que los más distinguidos y faltos de prejuicios entre los filósofos neopositivistas han tenido que reconocer recientemente como un error

⁶ Wittgenstein (1945), *Philosophical Investigations*, I, pág. 47.

⁷ Mach (1883), *The Science of Mechanics*, págs. 578 y sigs. Mientras que Ockham consideraba su propia y celebrada máxima (*Enta praeter necessitatem non esse multiplicanda*) como una regla metodológica para la búsqueda y exposición de la verdad, Mach parece haber considerado la economía de pensamiento como el fin mismo de la ciencia y hasta como el núcleo de lo que tenía por leyes naturales.

⁸ Born (1949), *Natural Philosophy of Cause and Chance*, pág. 207: “Si queremos economizar pensamiento, lo mejor que podemos hacer es no pensar en absoluto.”

el sostener un “operacionismo hipertrofiado” que implicaba una “actitud radicalmente antiteórica”, y considerar la explicación “una chapucería metafísica”⁹. Pero aquellos empiristas lógicos que ahora admiten la legitimidad de la explicación suelen *restringir* el problema filosófico de la explicación científica al de su estructura *lógica*, dejando enteramente de lado los aspectos gnosológico y ontológico que ésta, al igual que todas las demás cuestiones filosóficas, no puede menos que poseer. A tales aspectos nos referiremos ahora.

11.2. ALGUNOS ASPECTOS DEL PROBLEMA DE LA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA

11.2.1. *Condiciones para una explicación científica*

El objetivo de la explicación científica es hacer inteligibles los hechos, o sea, racionalizar la realidad, desde luego que no en el sentido psicoanalítico de la palabra ‘racionalización’. Pero sin duda no toda explicación capaz de brindar lo que imprecisamente se llama satisfacción intelectual es por ello científica: en la explicación científica genuina sólo intervienen ideas generales, dotadas de significado y verificables. Una hipótesis fáctica —es decir, una suposición referente a

⁹ Herbert Feigl (1945), “Operationism and Scientific Method”, en *Readings in Philosophical Analysis*, Feigl y Sellars (compils.), pág. 503. Cf. también el trabajo de Feigl, “The Philosophy of Science and Logical Empiricism”, en *International Union for the Philosophy of Science* (1955), *Proceedings of the Second International Congress*, Vol. I, donde sostiene que el “realismo hipócrita del fenomenismo debe sustituirse por un realismo hipercrítico” (pág. 110), y anuncia “el abandono del fenomenismo reductivo y del ultraoperacionalismo en favor de un realismo más constructivo” (pág. 114).

hechos— puede considerarse comprobada, verificada o confirmada (no *probada* más allá de toda duda, sino verificada dentro de un vago margen de incertidumbre) si satisface por lo menos los siguientes requisitos:

I) la condición *racional* o lógica de la *coherencia*, es decir, de la compatibilidad con las demás proposiciones del mismo sistema teórico. Sólo debe exigirse coherencia *parcial* y no con todo el conjunto del conocimiento existente, pues la proposición (hipótesis) de que se trata puede referirse a un descubrimiento que invalide algunas de las ideas aceptadas. La coherencia, índice de éxito racional, es también un alto temporario en el avance del conocimiento, el cual —según el antiguo descubrimiento atribuido a Sócrates— sólo se consuma mediante el choque de ideas y sistemas de ideas (¡dotados de coherencia interna!);

II) la condición *material*, fáctica o empírica de la *adecuación* satisfactoria (no necesaria ni quizás perfecta) a hechos satisfactoriamente certificados (llamados a veces 'hechos científicos', o hechos bajo dominio experimental, a diferencia de los hechos 'brutos'). La adecuación de las hipótesis fácticas se *prueba* mediante experimentos y observaciones; pero la adecuación no *consiste* en la verificabilidad empírica, sino en la correspondencia (por más incompleta que sea) entre proposiciones y hechos. La adecuación debe ser cumplida por las consecuencias particulares de los principios (hipótesis básicas) y no por los principios mismos, que pueden tener su réplica objetiva, pero que no han de tenerla necesariamente empírica en el momento de ser formulados y que, por ser generales, no pueden verificarse directamente. Tanto la certificación de los hechos como la adecuación de una hipótesis a una clase de hechos son desde luego perfectibles y hasta por completo desechables, y a este respecto la contradicción entre

las ideas y los hechos a los cuales pueden eventualmente referirse es otro factor del progreso científico.

Por lo menos algunas de las proposiciones explicativas implicadas en toda explicación científica pueden ser sometidas a una prueba empírica y, de ser posible, a través de la predicción y, mejor aún, de la reproducción. Pero para merecer el honroso título de 'científica' una hipótesis no necesita haber sido ya verificada: lo peculiar de las hipótesis científicas no es la verdad (que algunas de ellas comparten con ciertas suposiciones vulgares) ni la infalibilidad (que es, por el contrario, signo de dogmatismo) sino la coherencia lógica y la verificabilidad empírica en principio. Verificabilidad significa posibilidad de verificación, y ésta implica tanto refutabilidad como perfectibilidad (mejoramiento de la coherencia y la adecuación, y eventualmente extensión del dominio de validez).

Las antedichas observaciones deberán bastar, por ahora, como descripción general de los enunciados fácticos científicos¹⁰. De inmediato procederemos a una breve caracterización de la estructura lógica y del alcance gnoseológico de los enunciados explicativos de la ciencia.

11.2.2. *La estructura lógica y el significado gnoseológico de la explicación científica*

Desde el punto de vista etimológico, explicar significa desplegar, exponer o desarrollar. La doctrina comúnmente aceptada de la estructura lógica de la explicación científica está de acuerdo con el significado original de la palabra: en efecto, esa doctrina sostiene

¹⁰ Una reseña más amplia puede verse en Bunge (1959), *Metascientific Queries*, cap. 2.

que explicar un hecho no es sino mostrar que la proposición o proposiciones que lo expresan es o son una consecuencia particular de una o más proposiciones de mayor generalidad (eventualmente en conjunto con algunos elementos de información específica sobre el caso particular de que se trata). El concepto de causa no es parte necesaria de la explicación científica. Veamos, por ejemplo, la explicación que da Leonardo¹¹ de la caída de los cuerpos: "Toda acción natural se cumple por el camino más corto; por ello el descenso libre del cuerpo pesado se dirige hacia el centro del mundo: por ser el espacio más corto entre la cosa en movimiento y la mayor profundidad del universo." La proposición explicativa es aquí un principio de mínimo (conocido desde la ciencia helenística), y de ningún modo una proposición causal.

Ahora bien, como las proposiciones generales que hacen de premisas en ciencia —proposiciones explicativas— suelen ser del género particular de hipótesis llamadas enunciados legales (nuestras leyes₂), ocurre que la explicación científica de un hecho consiste, desde el punto de vista *lógico*, en demostrar que se trata de un *caso* de una ley general¹². A su vez la explicación científica de una uniformidad o regularidad consistirá, cuando exista, en su deducción de una ley de nivel superior, es decir, en su subsunción bajo un enunciado de mayor generalidad¹³. Así, por ejemplo, Newton demos-

¹¹ Leonardo, *Notebooks*, G 75 r, ed. MacCurdy, pág. 551.

¹² Mill (1843, 1872), *A System of Logic*, lib. III, cap. XII, secc. I, defiende, en uno de sus frecuentes raptos racionalistas, una teoría similar de la explicación. Su error a este respecto consiste en creer que con precisar la estructura lógica de la explicación queda agotado el problema.

¹³ En lo referente a la lógica de la explicación, véase C. G. Hempel y P. Oppenheim (1948), "Studies in the Logic of Explanation",

tró que las leyes keplerianas del movimiento de los planetas procedían de la conjunción de su propia ley del movimiento con la ley de fuerza particular conocida como ley de la gravedad, las cuales tienen ambas mayor dominio de validez que las leyes de Kepler. Por ello, desde el punto de vista lógico, explicar es mostrar la existencia de una inclusión o implicación de lo particular por lo general: de ese modo se revela que el objeto que se va a explicar es miembro de cierto grupo, y así se indica también que la idea que se ha de explicar está de algún modo "incluida" en un conjunto de suposiciones previamente admitido. En consecuencia, hasta donde pueda considerarse la deducción como tautológica deberá considerarse también tautológica la explicación; es decir, que desde el punto de vista estricto de la lógica formal, la explicación no produce nada nuevo, nada que no estuviera de algún modo "contenido" en un sistema de ideas previamente admitido. En síntesis, el aspecto lógico de la explicación consiste en la demostración.

Por desgracia, o por suerte, la lógica no agota el ámbito del conocimiento. La explicación, como la deducción en general, añade algo al conocimiento, pues en realidad el objeto que ha de explicarse no estaba previamente *contenido* en su clase (en su enunciado legal) desde el principio: fue puesto allí por nosotros *a posteriori*. La operación explicativa no se reduce a la mera extracción de un elemento de un conjunto dado; desde el punto de vista gnoseológico, la explicación no consis-

reimpr. en *Readings in the Philosophy of Science*, Feigl y Brodbeck (compils.). Braithwaite (1953), *Scientific Explanation*, ha estudiado la estructura de niveles de los sistemas científicos hipotético-deductivos; las hipótesis de más elevado nivel son las premisas de las cuales se deducen los "teoremas" (generalizaciones de nivel inferior).

te en la mera identificación de un elemento de una clase que despliega abiertamente sus características ante nosotros: en lo que consiste es en la *inclusión* del objeto dado (hecho o idea) dentro de su clase. Y ésta es una operación *constructiva*, sintética, que exige la esquematización previa del objeto dado, su comparación con otros objetos, etc. Ahora bien, al nivel de la lógica formal el cambio no existe; por tanto los procesos, como el gnoseológico implicado en la explicación, no tienen cabida en la lógica deductiva, que prescinde del concepto de tiempo y encara los procesos reales del pensamiento como si éstos se encontraran en un eterno presente, precisamente para poder evitar contradicciones entre estados sucesivos. Vale decir, que lo que desde el punto de vista gnoseológico es una real transición de la ignorancia al conocimiento, se presenta en lógica formal como una relación puramente analítica. La deducción, y en particular la explicación, implican siempre una novedad en el conocimiento, y por esto nos tomamos el trabajo de hacerlas. Dejar de lado los aspectos no lógicos de la explicación, concretándose exclusivamente a su estructura lógica —como suelen hacerlo los empiristas contemporáneos¹⁴— es a nuestro entender un rasgo de unilateralidad.

¹⁴ Cf. Schlick (1936), *Philosophy of Nature*, cap. 3. Reichenbach (1951), *The Rise of Scientific Philosophy*, cap. 2. Popper (1950), *The Open Society and its Enemies*, ed. rev. pág. 445: "Dar una explicación causal de un hecho dado significa derivar deductivamente un enunciado (al cual se dará el nombre de *pronóstico*) que describe ese hecho, utilizando como premisas de la deducción algunas *leyes universales* junto con ciertas oraciones singulares o específicas que podemos llamar *condiciones iniciales*." En este enunciado están implicadas las objetables identificaciones de razón y causa, y de causa y ley; aparte de ello, se trata de una irreprochable descripción del aspecto lógico de la explicación científica, ya sea causal o no causal.

Lo mismo que cualquier otra exageración del logicismo, el reducir la explicación a la deducción tiene extrañas consecuencias ontológicas y epistemológicas. (En filosofía, como en la vida cotidiana, no porque uno se abstenga de mirar los hechos éstos desaparecen). Por cierto que la tesis según la cual la explicación científica *no es más* que la revelación de la identidad en medio de la diferencia, el descubrimiento de lo semejante en el seno de la desemejanza, la deducción de lo particular a partir de lo general, sugiere la creencia monista de que debe de haber una o por lo menos unas pocas esencias universales, sustancias últimas, leyes fundamentales, lenguajes básicos, u otras cosas por el estilo a las cuales todo debe reducirse “en última instancia”, atravesando impertérritamente las fronteras que separan a los niveles. También sugiere la rara teoría según la cual el adelanto del conocimiento consiste en una progresiva unificación que reduce el aparente multiverso a un universo sumamente empobrecido, que pueda describirse mediante una ciencia unificada en extremo económica. Tales concepciones han sido en verdad sostenidas no sólo por metafísicos tradicionales, sino también por positivistas modernos¹⁵. Para no decirlo en términos más enérgicos, ésta es una interpretación unilateral

¹⁵ Schlick (1936), *Philosophy of Nature*: “El primer paso hacia un conocimiento de la naturaleza consiste en una descripción de ésta que equivalga al establecimiento de los hechos... El próximo paso hacia el conocimiento de la naturaleza —la explicación— se caracteriza por el hecho de que un símbolo (concepto) que se emplea en la descripción de la naturaleza, es reemplazado por una combinación de símbolos que ya han sido usados en otro contexto. En realidad, el progreso en el conocimiento consiste en descubrir que una sustitución de esta índole es posible.” (Pág. 17.) De ahí se sigue que “es obvio que en el progreso del conocimiento, el número de conceptos necesarios para una descripción de la naturaleza irá reduciéndose

del asunto: la historia de la ciencia muestra que el número de enunciados legales y de categorías *aumenta*, que el número de los sectores de investigación *aumenta* también, que la cantidad de conceptos irreducibles pero eventualmente vinculables entre sí *aumenta* asimismo en consecuencia. El progreso científico se caracteriza, no por una progresiva reducción, sino por una progresiva *diferenciación*. Pero, así como en el caso del progreso biológico y cultural, el mismo proceso de diferenciación reclama una creciente *integración* de la ciencia, tanto ontológica cuanto metodológica. En realidad, hay pruebas de una creciente *unidad de método* —sin excluir la creciente diversificación de las técnicas particulares— y de un incesante descubrimiento de nuevas *vinculaciones* entre sectores que al principio parecían separados, vinculaciones que no eliminan necesariamente las diferencias cualitativas. El progreso del conocimiento sigue la ley enunciada por Bernard para el progreso biológico, a saber, “*Plus l’organisme est élevé, plus il y a de variété dans plus d’unité*”¹⁶. La creciente integración (o “unidad”) de la ciencia no debe impedirnos comprender su creciente diversificación.

En resumen, la estructura lógica de la explicación científica consiste en la deducción de leyes científicas en conjunción con trozos particulares de información; es decir, que el núcleo lógico de la explicación es la generalización, el proceso de la revelación de que el hecho de que se trata se adecua a una pauta general. Pero la lógica no agota el análisis del conocimiento científico, ni es misión de la lógica (formal) efectuar tal análisis. Para completar el cuadro de la explicación

cada vez más; de modo que lo que se denota con el término descripción del mundo irá unificándose cada vez más. El mundo se convertirá en un *uni-verso*” (pág. 18).

¹⁶ En francés en el original. (N. del T.)

científica debemos dar una ojeada a su aspecto ontológico, especialmente por ser característica peculiar de la explicación científica que algunas de las proposiciones explicativas que la constituyen sean enunciados legales a los cuales se atribuye condición ontológica, es decir, leyes₂ que se suponen correlacionadas con leyes₁.

11.2.3. *La base ontológica de la explicación científica.*
Explicación de hechos y explicación de leyes

Por lo general un hombre de ciencia no “siente” haber entendido una demostración con sólo haber captado su mecanismo lógico, o sea, la derivación del resultado a partir de la suposición (o suposiciones). Pero en cambio puede “sentir” haber entendido una derivación aunque no haya examinado en detalle la cadena lógica, o sea, aunque haya pasado por alto una serie de etapas del proceso, cosa que a menudo hace intencionalmente tan sólo para no perderse en la red formal. Además, siempre que se resume una explicación científica, se deja a un lado su estructura lógica: simplemente se da por supuesto que alguien se ha ocupado de ella, y lo que se exige es una presentación sumaria de la “sustancia” misma de la explicación. Este procedimiento de los hombres de ciencia sugiere que, en las ciencias llamadas empíricas, la explicación suscita por lo menos dos problemas filosóficos: I) el de la *naturaleza* de los materiales (términos explicativos o *explanans*) con los que se construye la explicación; II) el de las *relaciones lógicas* entre esos materiales. El reducir la explicación a la deducción (o generalización) deja de lado los materiales mismos de la explicación; el análisis lógico de una explicación científica dada es susceptible de determinar si ésta es válida desde el punto de vista formal (lógico), pero no si es materialmente plausible: el análi-

sis lógico de la explicación es incompleto, porque los términos explicativos quedan en ella sin analizar. Dichos términos, considerados como primitivos al nivel lógico, constituyen el objeto del análisis ontológico al cual hemos de referirnos en seguida.

El objeto de la explicación científica puede consistir en *a)* clases de *hechos* (naturales, mentales, sociales), o *b)* *leyes* científicas (por ejemplo, generalizaciones empíricas que pueden subsumirse bajo enunciados legales que contienen conceptos teóricos refinados). En cualquiera de los dos casos la explicación científica, por oposición a la explicación vulgar, se efectúa en términos de *leyes*. La circunstancia de que este tipo de explicaciones tiene un aspecto ontológico debe ser obvia, salvo para quienes sostienen que tanto los hechos como las leyes son construcciones mentales.

Como ejemplo de explicación científica del primer tipo —en la cual el *explicandum* es una clase de hechos— veamos el caso del retroceso de las armas de fuego. Esta clase de hechos puede explicarse de dos maneras distintas, que en principio parecen radicalmente diferentes. En un primer nivel de explicación se da cuenta del movimiento de retroceso como efecto de la igual presión ejercida en todas las direcciones por el gas que genera la reacción química desencadenada por el gatillo. En un segundo nivel de explicación, el retroceso se asimila a un mero caso de la ley newtoniana de la igualdad de acción y reacción. Con respecto al primer caso nos sentimos tentados de llamarlo explicación *causal*, por cuanto invoca una causa eficiente, a saber, la presión del gas; y en lo que se refiere al segundo caso nos inclinamos a llamarlo explicación *racional*, pues consiste abiertamente en una deducción de un principio general. Sin embargo, esta dicotomía de la explicación en causal y racional es —como toda dicotomía de

enunciados científicos en puramente fácticos y puramente racionales, o puramente sintéticos y puramente analíticos— demasiado simple para ser adecuada. En realidad nuestra explicación de primer nivel era incompleta, pues no decía que la causa (la presión del gas) es a su vez resultado de la reacción en cadena automantenida, y por tanto no causal, iniciada por el gatillo en el explosivo; además dicha explicación no sólo hacía referencia directa y explícita a un hecho (la expansión del gas), sino también una referencia *indirecta* o implícita a una *ley* inmanente en dicho proceso, a saber, la ley de la distribución isótropa de la presión del gas (en ausencia de campos externos). De donde nuestra explicación de primer nivel no era simplemente una explicación de un tipo de hechos en términos de otro tipo de hechos, sino que incluía una referencia a un enunciado legal. En suma, nuestra explicación de primer nivel es incompleta en la medida en que es exclusivamente causal; y es tan racional como la explicación de segundo nivel, por cuanto su estructura lógica es la de la deducción. En cuanto a nuestra explicación de segundo nivel, por más que no implicara una referencia *directa*, explícita a hechos, apelaba a la vasta clase de hechos abarcada por el tercer axioma de Newton, que es un principio físico y no formal. Nuestra explicación de segundo nivel, que es manifiestamente una deducción, no es una explicación de hechos en términos de razón pura: es, una vez más, una explicación en términos de una *ley* científica.

Las explicaciones de primer nivel son desde el punto de vista psicológico más atractivas y de ahí didácticamente más eficaces que las de segundo nivel, por cuanto su referente *inmediato* es otro hecho; pero son desorientadoras en la medida en que la ley oculta no se advierte. No hay diferencia esencial entre las dos cla-

ses de explicación científica: en ambos niveles se hace referencia a hechos y a leyes que “rigen” el mismo hecho y otros con él vinculados. Con la única diferencia de que en la explicación de primer nivel la referencia a los hechos es *explícita*, mientras que la apelación a las leyes es implícita, lo cual oscurece el papel que en ella desempeña la inferencia. (La mayoría de las explicaciones de hechos históricos parecen ser explicaciones de primer nivel en donde la referencia a enunciados legales está oculta, lo cual explica en parte la general inadvertencia de la legalidad histórica¹⁷.) Y en las explicaciones de segundo nivel, los papeles de los hechos y de los enunciados legales se presentan invertidos con respecto al caso anterior, lo cual suscita especialmente entre los lógicos la ilusión de que la explicación científica es asunto puramente de lógica.

Examinemos ahora el caso en que el propio *explicandum* es una ley científica. La ciencia rara vez se queda satisfecha con la explicación de una clase de hechos en términos de un conjunto dado de leyes: o bien se prueban diferentes explicaciones, o bien —para desesperación de los amantes de elementos últimos— se explican las leyes científicas por otras leyes más generales. Además no hay prueba alguna de que el proceso de descubrir las leyes de las leyes pueda alguna vez finalizar con el descubrimiento de leyes fundamentales, últimas y, menos aún, con la revelación de una fórmula única universal. Se descubre que las generalizaciones empíricas se deducen de enunciados más ricos en conceptos

¹⁷ Para lo referente a la apelación subrepticia a hipótesis universales en la explicación sociohistórica, cf. Carl G. Hempel (1942), “The Function of General Laws in History”, en *Readings in Philosophical Analysis*, Feigl y Sellars (compils.), esp. pág. 464.

teóricos, como cuando la ley galileana de la caída de los cuerpos fue deducida del segundo axioma de Newton en conjunción con una hipótesis específica referente a la función fuerza; y enunciados que tienen cierto dominio de validez son subsumidos en otros de mayor generalidad, como cuando se demostró que la mecánica de Newton constituía un caso límite de la mecánica relativista. Como en la óptica geométrica, que fue deducida de la teoría ondulatoria de la luz, se deducen leyes explicativas débiles de otras que cuentan con un componente explicativo más fuerte; y a la inversa, leyes fuertemente explicativas pueden subsumirse bajo leyes que lo son débilmente, como en la deducción de las leyes del movimiento de un principio variacional. Las leyes que caracterizan un nivel de integración dado se explican como emergiendo de leyes de nivel inferior, según ocurrió con las leyes de las combinaciones químicas, que se siguen de las leyes de la mecánica cuántica; y así sucesivamente.

La ciencia no se conforma con preguntar por qué las leyes son como son; pero tampoco busca explicaciones *más allá* de las leyes, sino por medio de *otras* leyes. Estas últimas, si en un momento y en un contexto dado llegan a tenerse por “finales”, reciben el nombre de *principios* o *axiomas*, es decir, de enunciados legales de máximo nivel. La ciencia, pues, no se contenta con el lema fenomenista según el cual nada más hay que entender acerca de las leyes, como si fueran contingentes, como si hubieran podido ser distintas. (Las leyes son *lógicamente* contingentes en el sentido de que no hay en ellas necesidad lógica si se las arranca del sistema teórico al cual pertenecen; un cambio en las leyes de la naturaleza o de la sociedad no sería *ilógico*, es decir, no implicaría contradicción lógica.) La ciencia siempre va en procura de la “razón suficiente” de las leyes y la

encuentra a su vez en otras leyes. Nada justifica la creencia en primeros principios últimos, ni en leyes absolutamente fundamentales; las leyes₂ pueden ser *fundamentales en un contexto dado* o durante un tiempo, no absolutamente ni para siempre. Subsumiendo las leyes científicas en enunciados de mayor generalidad, derivando las leyes que caracterizan un nivel dado de la realidad de las que funcionan en otros niveles, la ciencia pone a prueba la hipótesis ontológica de la conectividad de la realidad, lo mismo que la variedad y heterogeneidad del universo se nos revela en el hecho de que cada día va descubriéndose sin interrupción un número creciente de cualidades y sistemas de cualidades, de leyes y sistemas de leyes.

Pero ya ha llegado el momento de tratar el problema de la pertinencia del principio de causalidad en la explicación científica, es decir, el problema de la medida en que la explicación científica es causal. Para este fin, los tipos de explicación científica pueden dividirse en las siguientes clases: A) explicaciones que *pueden* ser causales, sin serlo necesariamente, y B) aquellas que son característicamente *no* causales, en el sentido de que no incluyen la categoría de la causación. Ocioso es decir que no intentaremos la imposible empresa de una enumeración completa.

11.3. EXPLICACIONES QUE PUEDEN SER CAUSALES

Examinemos algunos tipos de explicación en los cuales puede intervenir el concepto de causación. (Una explicación será científica y causal si, además de ser coherente y adecuada en el sentido explicado en 12.2.1, invoca una ley causal.)

(A, 1) **Inclusión en una sucesión de sucesos o de estados.** Ejemplos: *a)* “El mes en curso es setiembre, porque el anterior fue agosto.” (La “ley” aquí invocada es la uniformidad de sucesión: “setiembre viene después de agosto”.) *b)* “Carlos está cambiando la voz porque está entrando en la pubertad.” (La regularidad que sirve como *explanans* es aquí la siguiente: “Casi todos los varones cambian la voz al entrar en la pubertad.”) La forma típica de esta explicación es: “*B* es así porque fue precedido por *A*, y se sabe o se supone que siempre que ocurre *A* es seguido por *B*.” No es preciso afirmar nexo genético alguno en este tipo de explicación, que invoca una mera *sucesión*. Éste es en verdad un género de explicación muy rudimentario; pero a menudo resulta suficiente, pueda tomarse o no al antecedente como causa, es decir, que la explicación sea o no sea *causal*. Desde el punto de vista lógico esta clase de explicación consiste a menudo en apelar a la *definición*, y es en consecuencia tautológica. Así la definición “setiembre es el mes que sigue a agosto” (premisa explicativa), nos autoriza a inferir que el primer día después del fin de agosto será el primero de setiembre. Pero en este momento lo que nos interesa no es la estructura lógica de la explicación sino su aspecto ontológico, que en este caso se concentra en el concepto de *sucesión* (no necesariamente de tipo causal) y no en el concepto lógico de definición.

(A, 2) **Búsqueda de la génesis y la evolución.** Ejemplos: *a)* “*A* se comporta como lo hace debido a su origen social y a la educación que ha recibido.” *b)* “Supongamos que la mente sea, como decíamos, un papel en blanco, libre por completo de caracteres, desprovisto de toda idea; ¿cómo llega a adquirirlas? ¿Dónde se provee de ese gran almacén que la activa e ilimitada fan-

tasía del hombre ha pintado en ella con variedad casi ilimitada? ¿De dónde ha sacado todos los materiales de la razón y del conocimiento? A esto respondo con una palabra: de la experiencia, en la cual se funda todo nuestro conocimiento y de la cual se deriva en última instancia¹⁸.”

En este género de explicación, típica aunque no exclusivamente moderno, los rasgos actuales del *explanandum* se consideran como una etapa en su desarrollo: las leyes de la evolución, o bien las de la emergencia, desempeñan aquí el papel de explicadoras. En contraste con la anterior variedad de explicación (consistente en incluir el objeto en una sucesión), aquí se supone un vínculo genético mediante el cual la *raison d'être* de alguna cosa se explica en términos de su producción en un momento dado y de su ulterior desarrollo. Pero lo mismo que en ese caso, una pregunta del tipo “¿por qué?” se reduce a una del tipo “¿de dónde?” y la ley a la cual se hace referencia (explícita o implícita) puede ser causal, pero no tiene que serlo forzosamente.

(A, 3) **Vinculación con hechos diferentes.** Ejemplos: a) “El hierro se oxida en contacto con el aire y la humedad.” b) “Las partículas eléctricamente cargadas, al aproximarse a nuestro planeta, entran en un movimiento helicoidal, debido al campo magnético de la tierra.”

En este caso se conecta el hecho dado, no con otros factores de la misma serie (como en los dos tipos anteriores de explicación), sino con hechos de *diferente orden*; y éstos actúan como los determinantes (o codeter-

¹⁸ Locke (1690), *An Essay Concerning Human Understanding*, lib. II, cap. I, 2.

minantes) del cambio de que se trata. Aquí la explicación se obtiene colocando el suceso que se examina en lo que se supone ser su contexto real o lo más parecido a éste, un sistema de interconexiones que se había pasado por alto antes de la explicación. Este tipo de explicación (al cual Whewell daba el nombre de *coligación*) es común en las ciencias sociohistóricas, donde la suposición de intervenciones contribuye a sugerir la investigación de sucesos que las pruebas de que se dispone aún no han establecido¹⁹. A menudo es de índole característicamente causal, por cuanto puede invocar agentes que operan de modo extrínseco y único; pero más a menudo gira en torno de la categoría de la acción recíproca o causación recíproca, por cuanto consiste en revelar si existen interdependencias (cf. cap. 6).

(A, 4) **Análisis del complejo en hechos simples de la misma naturaleza.** Ejemplos: *a)* La explicación que da Ampère de los campos magnéticos en gran escala, mediante corrientes moleculares que actúan como imanes elementales. *b)* La explicación del funcionamiento de mecanismos complejos mediante la operación de las máquinas simples.

En este caso el hecho se explica como agregado o composición de hechos más simples —generalmente en escala menor— que o bien son conocidos o se supone que lo son, o simplemente se ofrecen como una conjetura sin prueba. Un punto esencial al respecto es que lo que se explica y los hechos que actúan como explicadores no han de ser radicalmente diferentes entre sí (cuando lo son, lo que obtenemos son explicaciones de

¹⁹ Véase Gardiner (1952), *The Nature of Historical Explanation*, tercera parte.

los tipos (B, 4) y (B, 5), que veremos más adelante). Como ejemplo de este tipo de explicación podemos mencionar las explicaciones mecánicas, que consisten en descomponer sucesos complejos en cambios de lugar de masas puntiformes (que pueden ser, aunque no necesariamente, átomos).

En contraste con la tesis tradicional de la explicación como reducción de lo desconocido a lo conocido, de lo nuevo a lo familiar, el análisis científico de hechos complejos en otros más simples (no “simples” a secas, pues ello implicaría una suposición acerca de una simplicidad última), tiene a veces justamente el carácter opuesto porque puede efectuarse en términos de entidades hipotéticas imperceptibles —a veces llamadas “entidades teóricas”— como sucedía con la teoría atómica antes de nuestro siglo. El análisis científico no está obligado a reducir lo nuevo a lo viejo, lo desconocido a lo familiar, según lo exige el reduccionismo: lo que hace es reducir *lo complejo no entendido*, a *lo más simple entendido*.

11.4. EXPLICACIONES NO CAUSALES

(B, 1) **Reconocimiento, identificación o inclusión en una clase.** Ejemplos: *a*) “Este cuerpo se hunde en el agua porque está hecho de hierro, y el hierro es más pesado que el agua.” *b*) “Ese animal no canta porque es un perro, y los perros no cantan.”

La forma típica de esta explicación es, “Si una cosa es *F*, es *G*” $[(x) (Fx \supset Gx)]$. O bien, si se prefiere, ‘*a* es así y así porque es *b*, y se sabe (o se supone) que *b* tiene tales propiedades’. Este tipo de explicación puede llamarse taxonómica, pues en esencia se reduce a una clasificación (o sea, a la inclusión de la clase *G* en la

clase F : $G \subset F$). Las causas están resueltamente ausentes de este tipo de explicación, aunque posteriores explicaciones en otros niveles puedan introducir el concepto de causación.

(B, 2) **Descripción.** *Ilustraciones:* a) La formación de imágenes en instrumentos ópticos se explica por medio de las leyes de la óptica geométrica. b) El funcionamiento de las máquinas térmicas se explica con ayuda de las leyes de la termodinámica.

Por definición, las llamadas leyes fenomenológicas no contienen la categoría de causación. Por ejemplo, la óptica geométrica considera los rayos luminosos como estados estacionarios más que como procesos; y los principios de conservación y de evolución, que integran los fundamentos de la termodinámica, decididamente no se refieren a ningún agente causal. Pese a la tradicional oposición de descripción y explicación, las llamadas leyes fenomenológicas sirven a fines explicativos: esto lo hemos visto en el caso de las leyes cinemáticas (cf. 10.3.2). En cierto sentido, la descripción es previa a la explicación; en otro sentido es una *especie de explicación*, aunque reconocidamente superficial. Más tarde o más temprano, damos con explicaciones verosímiles que nos permiten formular descripciones más completas y exactas; hasta pueden sugerir la existencia de datos pasados por alto en enunciados descriptivos. La descripción pura, "sin el estorbo de la teoría", "libre de prejuicios de interpretación", enteramente libre de hipótesis, es un mito inventado por el positivismo tradicional, el intuicionismo y la fenomenología. La ciencia no conoce hechos completamente libres de interpretación; la misma selección de los hechos es guiada por principios teóricos (es decir, por criterios de pertinencia) y por hipótesis de naturaleza explicativa. La inter-

pretación de lecturas de agujas indicadoras se funda en consideraciones teóricas incorporadas a la construcción misma de los aparatos de medición; hasta la redacción de los llamados enunciados protocolarios encierra multitud de suposiciones sobre la pertinencia de los factores casi siempre presentes en toda situación concreta. Ningún enunciado científico tiene significado fuera de un sistema teórico. En síntesis: la ciencia es a la vez descriptiva y explicativa; y la descripción puede distinguirse de la explicación, pero no separarse de ella.

(B, 3) Explicación en términos de leyes de estructura estática. Ejemplos: *a) La raison d'être*²⁰ de cada pieza en una estructura metálica se explica por el lugar que ocupa en el todo. *b)* Las diferencias entre moléculas se explican por las posiciones relativas de los átomos componentes.

En este tipo de explicación el objeto dado se analiza descomponiéndolo en entidades a las que se atribuye la ocupación de determinados lugares en una estructura estática, lugares que explican las peculiaridades y funciones del conjunto. Nada se dice en ella sobre cambios²¹; de modo que la categoría de causación no está incluida en esta clase de explicación, que puede considerarse como una subclase de (A, 3), precisamente aquella para la cual las conexiones no son causales.

(B, 4) Referencia a un nivel inferior. Ejemplos: *a)* Las propiedades molares de la materia se explican como emergentes del comportamiento molecular. *b)* Las

²⁰ En francés en el original (N. del T.)

²¹ A veces se ha negado la existencia de leyes de estructura. Por ejemplo Schlick (1936), *Philosophy of Nature*, pág. 60: "Sólo existen leyes de sucesión, pero no de coexistencia." De este modo se suprimen las leyes de la estática, la sistemática, la morfología, etcétera.

leyes de los procesos mentales son en principio explicables en términos de las leyes fisiológicas.

Se muestra —o se supone— que el objeto por explicar (el *explicandum*) no es el mero agregado o suma de hechos de menor escala —como en (A, 4)—, sino el resultado de sucesos cualitativamente distintos que pertenecen a un nivel inferior. De este modo se establece una vinculación genética, pero no causal, entre diferentes dominios. Este tipo de explicación recibe a menudo el nombre de reducción²². Este nombre es equívoco, por cuanto sugiere que las cualidades peculiares de un nivel dado se “quitan del medio con una explicación”, al vincularlas con las propiedades del nivel subyacente. Toda explicación es una reducción desde el punto de vista *lógico*, pues consiste en la derivación de un enunciado particular a partir de otro general; pero no es siempre ontológicamente reductiva: por lo menos, no lo es salvo que se demuestre que las entidades de nivel superior son un mero conglomerado de entidades de nivel inferior, sin propiedades peculiares suyas. De las explicaciones reductivas genuinas nos hemos ocupado en (A, 4).

(B, 5) **Referencia a un nivel superior.** Ejemplos:

a) Los valores medidos de las propiedades atómicas llamadas ‘observables’ dependen no sólo de los propios objetos atómicos sino también de su interacción con el aparato macroscópico con el cual se efectúa la medición. b) El comportamiento de un miembro de una colección (molécula en el caso de un líquido, miembro o

²² Cf. Ernest Nagel (1949), “The meaning of Reduction in the Natural Sciences”, reimpr. en *Readings in Philosophy of Science*, Wiener (compil.); “Mechanistic Explanation and Organismic Biology”, *Philosophy and Phenomenological Research*, 11, 327 (1951).

glándula en un organismo, individuo en una comunidad) depende en gran medida del comportamiento de la totalidad.

Este tipo de explicación (a menudo llamada organista) consiste en descubrir el lugar que ocupa el objeto dado en un todo e indicar la reacción de éste sobre la parte. La síntesis (reconstrucción del todo) resulta de un análisis de la interdependencia de las partes. De lo

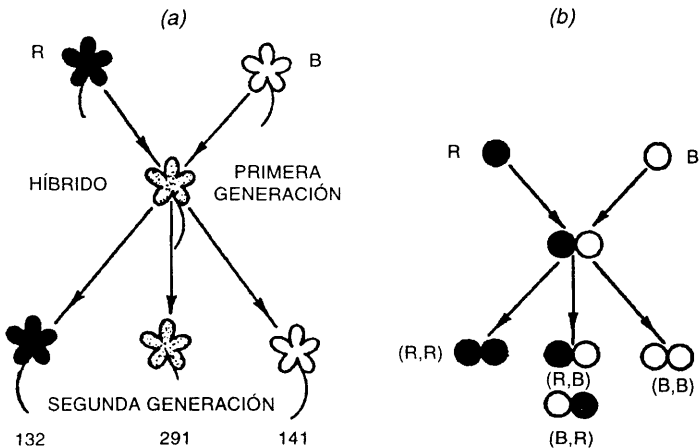


Fig. 30. (a) Hibridación simple: resumen de hechos. Las cifras (obtenidas por Correns) están en la proporción 132:291:141, es decir, aproximadamente 1:2:1. (b) Explicación estadística de la fertilización cruzada. Las células reproductoras de ambas clases se combinan al acaso (hipótesis del azar). En consecuencia, la predicción teórica de la proporción es 1:2:1.

que aquí se trata es de la relación entre parte y todo, no de la categoría de causación.

(B, 6) **Explicaciones estadísticas.** Ejemplos: a) La ecuación de estado del gas ideal se explica mediante hipótesis mecánicas y estadísticas. b) La distribución de las características hereditarias en determinadas po-

blaciones de seres vivos se explica por medio de las leyes de Mendel (véase fig. 30).

Las explicaciones estadísticas consisten, esencialmente, en demostrar que el objeto dado es miembro de una población estadística o de un proceso estocástico. Es una difundida opinión que los enunciados estadísticos son puramente descriptivos; que necesitan ser explicados, sin poder a su vez desempeñar una función explicativa. Ahora bien: es sin duda conveniente hallar explicaciones de las leyes estadísticas, pero también de todos los demás tipos de leyes; las explicaciones estadísticas son satisfactorias en su propio nivel, y son peculiares de la ciencia contemporánea. Excluir las sería tan desacertado como declararlas definitivas.

(B, 7) **Explicaciones teleológicas.** Ejemplos: *a)* El organismo humano segrega jugos gástricos y saliva cuando el sujeto ve un plato sabroso u oye una descripción al respecto (en el caso de los perros de Pavlov, al oír el sonido al cual han sido condicionados); esta secreción se produce como preparación para una (posible) digestión futura. *b)* Ciertas guerras son conscientemente preparadas para evitar crisis económicas, o para aplacar el descontento social, o ambas cosas a la vez.

Nadie parece haber dado argumentos convincentes para poner en duda que el comportamiento consciente del hombre sea finalista o intencional; lo que se discute es si en el nivel vital pueden encontrarse funciones y actividades inconscientes pero dirigidas hacia fines. Lo que no suele negarse es que, en contraste con los procesos físico-químicos, muchas funciones y comportamientos vegetales y animales no son indiferentes al resultado final, sino que ocurren como si estuvieran de algún modo dirigidos hacia él. (En realidad, están determinados por los estados inmediatamente anteriores y por

toda la historia pasada del organismo, así como por su ambiente; ni los órganos, ni los comportamientos pueden ser determinados por necesidades futuras, aún inexistentes: son determinados, según puede presumirse, por condiciones pasadas y presentes y se adaptan de antemano a las condiciones venideras, aunque no con previsión ni con planeamiento consciente, sino como resultado de una historia de éxitos y fracasos tan prolongada cuanto ciega.)

En el caso del reflejo condicionado que produce la secreción de ciertas glándulas, el sonido (estímulo o causa eficiente) inicia o desencadena el proceso, pero no lo produce en su totalidad; además, dicho proceso tiene lugar como prolegómeno de otra función (la digestión) que, después de todo, puede no ocurrir. Sea cual fuere la naturaleza real del nexo estímulo (causa)-respuesta (efecto), por cierto que no se trata de un vínculo causal *directo*. Y tan pronto como la fisiología y la psicología tratan de ir más allá de simples esquemas del tipo estímulo-respuesta, en cuanto se proponen explicar la integridad del proceso que media entre la causa observable y el efecto observable, trascienden tanto las fronteras del fenomenismo (es decir, las del conductismo) como las de la causalidad.

El carácter predominantemente no causal de los procesos biológicos se comprende cuando se percibe que, dentro de un margen amplio (aunque limitado), no dependen de las condiciones ambientales, y aun de los medios o "métodos" particulares empleados para alcan-

²³ Cf. E. S. Russell (1945), *The Directiveness of Organic Activities*, pág. 144: "Lo distintivo es la activa persistencia de la actividad directiva hacia su meta, el empleo de medios alternativos para el mismo fin, la consecución de resultados a pesar de las dificultades". Además de esta multiplicidad de medios, los procesos teleológicos se caracte-

zar objetivos que, como ocurre con la propia conservación, son comparativamente estables²³. Los procesos vitales son eminentemente *autodeterminados* e *históricamente preadaptados*: lejos de ser el juguete pasivo de su ambiente, el organismo parece seleccionar de manera activa las condiciones más favorables para la obtención de sus fines (conservación, desarrollo, propagación). Debe subrayarse, empero, que las leyes teleológicas son *estadísticas*, en el vago sentido de que los organismos no siempre llegan a alcanzar su fin: están, por lo tanto, privadas de la necesidad (univocidad y regularidad) que alega el vitalismo y que, en cambio, caracteriza a las leyes causales.

No podemos (o no debemos) predecir si la biología y la psicología del futuro retendrán las explicaciones teleológicas, pero lo cierto es que éstas no han sido eliminadas de dichas ramas de la ciencia. Lo que la ciencia moderna ha hecho con respecto a la teleología no ha sido desecharla, sino despojarla de sus armónicas sobrenaturalistas, confinarla a los niveles superiores de integración y revelar que aun en ellos es insuficiente y, más aún, que la teleología puede a menudo ser reemplazada por otras categorías de determinación. Hasta donde sabemos, la ciencia moderna no ha demostrado que la finalidad interna (o finalidad inmanente, en oposición al designio trascendente) sea un mito. Puede ser un error prescindir de la explicación teleológica tan sólo porque ésta ha solido estar vinculada al antropomorfismo y la teología: la actitud anticientífica con respecto a la teleología consiste en considerar la actividad finalista como un elemento, inexplicable, o como sobrenaturalmente dirigida. La tarea actual de la ciencia,

rizan por la estabilidad de los fines, a pesar de las variaciones (dentro de ciertos límites) de las circunstancias externas.

en relación con la teleología, no parece consistir en negarla *a priori*, sino en tratar de *explicar* las leyes de órganos, funciones y comportamientos adaptados a fines, en términos de leyes de evolución, procesos de retroacción (*feed-back*), etc.; consiste, para resumir, en explicar las pautas teleológicas en términos de otras leyes naturales, desalojando así de una vez por todas la noción de designio de la biología.

Hasta es posible que las leyes teleológicas no sean reemplazadas, sino explicadas por otras leyes: que, por ejemplo, llegue a demostrarse que han emergido en el curso de la evolución de los organismos y de las asociaciones de seres vivientes. (Aunque el organismo individual pueda no haber atravesado todavía el estado final que coincide con la realización del fin, sus antepasados sí lo han hecho; y esta experiencia puede haber sido preservada para la especie mediante los mecanismos de selección y herencia.) Las leyes teleológicas llegarán tal vez a explicarse como un nuevo modo de comportamiento de los sistemas materiales, resultante de un dilatado proceso pasado de ensayos y errores en la aventura de la adaptación y estabilizado por los mecanismos de la herencia. La filosofía científica no requiere excluir las explicaciones teleológicas de los niveles superiores de integración; lo único que exige es que se eviten las interpretaciones oscurantistas de las pautas teleológicas en términos de entelequias inmateriales e ininteligibles, tales como las imaginadas en los primeros días de la investigación biológica y psicológica.

(B, 8) **Explicaciones dialécticas.** Ejemplos: *a*) La composición de los núcleos atómicos es el resultado del conflicto de dos tendencias opuestas: la tendencia a la igualación procedente de la conversión de los neutrones en protones y la reducción del número de protones de-

bida a la repulsión electrostática. b) "En el proceso de la demostración el pensador se divide a sí mismo en dos [*entzweit sich*]; se contradice, y sólo después de haber afrontado y superado esta oposición interna llega a ser un demostrador²⁴."

La explicación típicamente dialéctica consiste en revelar los conflictos internos y externos que animan ciertos procesos (no todos), o que provocan la emergencia de entidades dotadas de nuevas cualidades. Aunque las explicaciones dialécticas emplean varias otras categorías de determinación (tales como la interacción y la causación), tienen características peculiares que no pueden eliminarse.

11.5. CONCLUSIONES

Para determinar si una explicación dada es causal o no, su examen lógico, o sea, el análisis de su estructura lógica es no sólo insuficiente sino también irrelevante. Una explicación puede llamarse causal siempre que la categoría de la causación esté presente en su núcleo, y ésta no es sólo una cuestión lógica sino también ontológica; o más exactamente, esto sólo puede decidirse mediante un examen del referente ontológico de las proposiciones *explanans*. Por lo tanto, los análisis que los empiristas lógicos efectúan de la explicación causal, circunscriptos como están (cuando reconocen siquiera la explicación y la causación) al aspecto lógico del problema, son todos insuficientes: en la medida en que son correctos, valen para *todos* los tipos de explicación cien-

²⁴ Feuerbach (1839), *Zur Kritik der Hegelschen Philosophie*, pág. 42.

tífica y por tanto no nos permiten diferenciar la explicación causal de la no causal.

Un sucinto examen ontológico de los tipos corrientes de explicación científica nos ha revelado que hay muchos modos de entender, o sea, de contestar las preguntas del tipo “¿por qué?”, entre los cuales el descubrimiento de las causas es sólo uno de tantos o, mejor dicho, un componente distinguido pero no universal de la explicación científica. En la sección anterior hemos enumerado ocho tipos de explicación científica basada en leyes no causales; pero si extremamos nuestro análisis daremos todavía con otros tipos de explicación, en los cuales no se hace referencia a la categoría de causalidad. Suponer o exigir de antemano que toda explicación científica sea formulada en términos causales (o estadísticos, o dialécticos), no parece mucho más sensato que el procedimiento del *shaman* que formula la pregunta compleja: “¿Cuáles son los malos espíritus que poseen a este enfermo?”

En consecuencia no es posible retener la identidad *causa sive ratio*: al contrario de lo que afirma la teoría tradicional, la causalidad no es condición suficiente para entender la realidad, por más que sea a menudo un componente de la explicación científica. Además la explicación causal, si es científica, no aparecerá *más allá* de las leyes científicas²⁵ sino *en* las leyes mismas,

²⁵ La exterioridad de causas y efectos, probablemente un residuo del pensamiento religioso, fue sostenida por William Whewell. Cf. también Meyerson (1921), *De l'explication dans les sciences*, vol. I, pág. 53: “Todo el mundo sabe que lo que el hombre de ciencia busca más allá de la ley (*au delà de la loi*) es frecuentemente indicado por la palabra *causa*, que es en este sentido más o menos sinónima del término *explicación*: cuando la causa o causas del fenómeno lleguen a averiguarse, éste habrá sido explicado, y la mente se dará por satisfecha.”

pues es característica de la explicación científica en general que se haga por medio de leyes, algunas de las cuales poseen un componente causal mientras que otras carecen de él. La explicación científica, en suma, es explicación mediante leyes y no necesariamente explicación por causas.

Lo que presta a la explicación causal una engañosa mayoría sobre los restantes tipos de explicación es que la mayor parte de las explicaciones se formulan en *lenguaje* causal. Por ejemplo, en inglés, la mayor parte de los enunciados explicativos contienen la palabra *because* (a *causa* de); revisten, en verdad, la forma "*q* porque *p*", con excepción de las explicaciones teleológicas, que por lo general tienen la forma "*p* para que *q*". Caer en trampas lingüísticas como ésta es signo de candor; pero es también muestra de candor filosófico deducir la bancarrota de la causalidad del innegable hecho de que los enunciados de las leyes científicas *particulares* no suelen contener las palabras 'causa' y 'efecto', que designan categorías filosóficas.

Ahora bien: la prueba de una hipótesis científica, sea o no causal, es la predicción. La predicción (del pasado o del futuro) es por cierto la piedra de toque de la adecuación objetiva de las teorías, así como los teoremas son la piedra de toque de la coherencia lógica y de la fructuosidad de los axiomas. Investiguemos, pues, el lugar que el principio causal ocupa en la predicción científica.

12. Causalidad y predicción científica

Ahora emprendaremos el examen de la naturaleza y la función de la predicción científica, para averiguar si la predicción acertada exige el conocimiento de las leyes causales, como generalmente se supone, y si, como suele sostenerse, la predicción lograda es a la vez el significado y criterio de la causalidad. Resultará que existen varias clases de predicción, de las cuales la profecía científica por medio de leyes causales es sólo una, lo cual motiva que sean inadecuadas las soluciones positivistas del problema de la pertinencia de la causalidad con respecto a la predicción y viceversa.

12.1. NATURALEZA Y FUNCIONES DE LA PREDICCIÓN CIENTÍFICA

12.1.1. *Naturaleza de la predicción según leyes*

La predicción científica puede definirse como la deducción de proposiciones relativas a hechos todavía desconocidos o no experimentados, sobre la base de leyes generales y de elementos de información específica. Se ha dicho con verdad que la estructura lógica de la predicción científica es la misma que la de la explicación científica: realmente, ambas son consecuencias de

la conjunción de leyes e informaciones particulares. Una teoría puede predecir en la medida en que puede describir y explicar.

Pero la identidad de estructura *lógica* entre predicción y explicación no implica una identidad de naturaleza o índole: la predicción, *gnoseológicamente*, no es lo mismo que descripción y explicación, pues como todo el mundo sabe está afectada por una peculiar incertidumbre. Las descripciones nunca son completas y las explicaciones nunca son definitivas, porque siempre se nos escapa un número ilimitado de variables. La incertidumbre de la predicción procede en parte del carácter incompleto de la descripción y la explicación; pero además en ella aparece *otra* incertidumbre, a saber, la resultante de la inesperada emergencia de la novedad. La más cuidadosa predicción puede pasar por alto importantes novedades que no permanecerían inadvertidas en una descripción exacta: como suele decirse, es fácil darse cuenta de las cosas después de que han ocurrido. En otros términos, la diferencia entre descripción y predicción se debe simplemente al hecho de que el suceso que se predice *no tiene por qué ser el mismo* hecho que se describe. Más brevemente aún: hay conocimiento, pero no presciencia.

Claro está que la incertidumbre que caracteriza a la predicción podría eliminarse o disminuirse si se contara con un conocimiento más completo de las variables, leyes y datos específicos pertinentes o significativos para el caso. Pero el hecho es que a menudo *se llega* a descripciones y explicaciones satisfactorias con la ayuda de un número fijo y hasta reducido de leyes y datos, que, sin embargo, pueden resultar insuficientes para una predicción por igual aceptable. En este sentido todo problema específico de descripción es cerrado mientras que todo problema de predicción es *abierto*,

precisamente por la (provisional) clausura de la descripción. La predicción es, pues, desde el punto de vista gnoseológico, bastante diferente de la descripción y de la explicación, por más que la estructura lógica de la predicción sea la misma que la de la explicación.

12.1.2. *El enunciado nomológico predictivo: un tercer nivel del significado de 'ley'*

El examen de las leyes causales nos brinda un claro ejemplo de la diferencia de carácter entre la explicación científica y la predicción científica. En realidad, sobre la base de leyes causales (o de leyes parcialmente causales) podemos forjar explicaciones causales (o parcialmente causales); pero muy pocas veces predicciones que sean "causales" en el mismo grado, pues la mayoría de las predicciones sobre la verificación empírica de las leyes, sean o no causales, contiene un ingrediente *estadístico* (como el enunciado del error probable). Además las predicciones *cuantitativas*, tales como las de futuras posiciones en órbitas, son *siempre* parcialmente estadísticas, dado que el cálculo en cuestión es incompleto a menos que se tome en cuenta el error probable¹.

Como para compensar, los enunciados de las leyes₂ con fines de verificación, predicción o aplicación, *pueden tener un componente causal que haya estado ausente en las correspondientes leyes₂*. Esto es lo que ocurre cuando podemos *regular* alguna de las variables relacionadas por la ley en estudio siempre que la relación sea inambigua. Podemos dar al conjunto de variables

¹ Cf. Hans Reichenbach, "Das Kausalproblem in der Physik", *Die Naturwissenschaften*, 19, 713 (1931), pág. 715: "Toda proposición causal, cuando se aplica a la predicción de un suceso natural, adopta la forma de una proposición de probabilidad."

bajo regulación experimental el nombre de "causal" si, al cambiar sus valores en una forma prescrita, se produce invariablemente un efecto dado en forma unívoca, sin que éste a su vez influya en forma apreciable sobre la "causa". Pero esto no bastará para asegurar que la relación de que se trata —es decir, la ley₂— sea en sí misma causal; para ello tenemos que probar que, al elegir el conjunto complementario de variables como parámetros bajo regulación experimental —o sea, manejando el anterior efecto como si fuera una causa— se producirá una conexión *diferente*. Pero si se produce la misma conexión no podrá llamarse causal, pues siendo reversible carece de la unidireccionalidad esencial de la causación. Y tal prueba a menudo fracasará: la mayoría de las vinculaciones son en rigor dependencias funcionales simétricas (y por tanto no causales), o sea, que no se alteran si se intercambian la "causa" y el "efecto". Como dijo Campbell² con respecto al proceso de verificación de una relación funcional del tipo $y = ax$, "la ley expresa una relación que no es la de causa y efecto, aunque pueda establecérsela observando tal relación; hay una diferencia entre el significado de la ley y las pruebas de acuerdo con las cuales se la enuncia".

Las precedentes consideraciones sugieren la conveniencia de hacer explícito un *tercer* significado del término 'ley', además de los dos mencionados en 10.1: la forma adoptada por los enunciados legales (leyes₂) cuando se los utiliza para fines predictivos y de otra índole relacionados con la experiencia. Tenemos así tres niveles de significados de 'ley': la pauta objetiva (ley₁), reconstrucciones conceptuales de ésta (leyes₂ o

² Campbell (1921), *What is Science?*, pág. 54.

leyes teóricas) y adaptaciones de leyes₂ para su verificación empírica o uso práctico (leyes₃). De este modo se da cuenta de la realidad, de sus teorías y de la verificación empírica de éstas (véase fig. 31). El mero hecho de

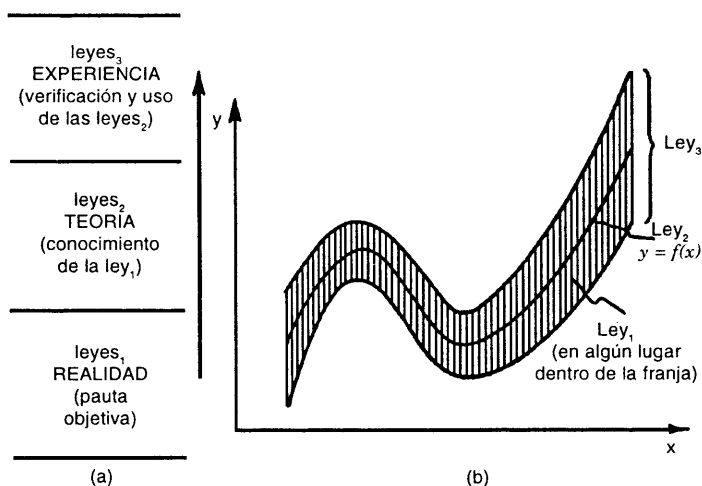


Fig. 31. (a) Los niveles de significado de 'ley'. (b) Ejemplo: una ley de dos variables.

que deba trazarse una distinción neta entre los enunciados legales (leyes₂) y sus adaptaciones a fines prácticos (leyes₃), es de paso un poderoso argumento contra el principio pragmático (u operacionalista), según el cual el significado de una proposición es el modo de verificarla.

La naturaleza de la predicción científica se aclarará más aún mediante el análisis de sus funciones, que trataremos a continuación.

12.1.3. *Funciones de la predicción científica*

La función de la predicción es doble: *a) pronóstico* de alguna clase (ya sea de tipo astronómico o estadístico) y como tal, herramienta indispensable para el éxito de la acción y el poder humanos; *b) prueba de hipótesis*: por medio de la predicción confirmamos o disconformamos las suposiciones científicas; el pronóstico es una prueba tanto del diagnóstico (descripción) como de la etiología (en el sentido lato de explicación, ya sea causal o no).

La predicción tiene, pues, importancia práctica tanto como teórica; además, estos dos aspectos de la cuestión dependen entre sí recíprocamente. En realidad un pronóstico tendrá éxito en la medida en que se funde sobre enunciados legales y datos específicos, suficientemente verdaderos, referentes al caso particular en cuestión. Y a su vez, como hemos dicho anteriormente, se obtendrá una prueba de los enunciados legales (y de los elementos de información comprendidos en la formulación de las correspondientes leyes₃) si el pronóstico que se formula con su auxilio resulta acertado. Por ello, a pesar de que la predicción es una tarea muy importante de la ciencia, el más sumario examen de su función nos indica que no puede ser *más* importante que la descripción ni que la explicación, sobre las cuales se funda y sobre las cuales reacciona: la predicción es *tan* importante como la descripción y la explicación. Afirmar que la predicción es *la* tarea más importante de la ciencia —como lo han sostenido los positivistas y los pragmatistas— revela una extraña falta de familiaridad con la vida de la ciencia.

La predicción acertada puede, por supuesto, verificarse (o refutarse) por medio de la observación, el experimento y la reproducción artificial. La reproducción,

tal como se lleva a cabo en las industrias sobre la base de la tecnología, es la prueba óptima de la predicción, pues requiere el dominio de las variables de mayor importancia. Pero, naturalmente, la reproducción no siempre es posible; además es difícil establecer cuándo puede considerársela decisiva, o sea, cuándo puede brindar la confirmación o refutación definitiva de un conjunto dado de hipótesis (en la medida en que hay algo definitivo en asuntos empíricos). Por otra parte, el hecho de que la reproducción afortunada sea la mejor prueba de la predicción no significa que hacer sea saber; o sea, no significa que por saber cómo producir o reproducir un objeto o fenómeno sepamos cuanto hay que saber acerca de él. La bomba atómica fue construida sobre la base de la más burda teoría nuclear. Hacer no es saber y no implica conocimiento completo; hacer es una *prueba* del conocer, pero no la única, y no tiene la última palabra aunque es sin duda la mejor prueba.

Empero, nuestro asunto no es la predicción en general, sino los diversos tipos de predicción científica.

12.2. CLASES DE PREDICCIÓN

De acuerdo con un prejuicio muy difundido, sólo un tipo de pronóstico tiene el derecho de llamarse científico, a saber, la predicción *cuantitativa* muy exacta de sucesos futuros, tal como la que se funda en las leyes de la mecánica clásica o en la teoría electromagnética clásica³. Esta concepción es anticuada: hay muchas clases de predicción, en realidad tantas como clases de

³ Cosa curiosa, esta función —ahora popularmente atribuida a la ciencia— fue tenida en tiempos pasados por atributo de la deidad: *pronoia* y *providentia* significan pre-visión.

leyes científicas sobre las cuales se funda la profecía científica. Aunque este último enunciado es tan sólo una consecuencia de la definición de predicción adoptada en 12.1.1, será conveniente insistir en este punto tan sólo para mostrar que nuestra definición abarca el uso real de la palabra 'predicción' en la ciencia contemporánea. Para ello examinemos las clases de pronóstico que ofrecen algunos tipos de ley científica o, si se prefiere, las clases de extrapolaciones que ellos permiten.

Consideremos en primer lugar las reglas taxonómicas; las más simples de todas desde el punto de vista lógico, por cuanto no hacen sino postular "meras" generalizaciones. Revisten la forma "Todo a es A ", donde A representa una clase y a denota o bien un individuo o una subclase de A . Como ejemplo elemental de este tipo de ley podemos mencionar el siguiente: "Todas las aves son animales de sangre caliente", es decir, "La clase de las aves está incluida en la clase de los animales de sangre caliente." Este enunciado inductivo nos permite *predecir*, con probabilidad próxima a la certeza⁴, que el *próximo* pájaro que atrapemos será de sangre caliente. Un ejemplo más distinguido de ley taxonómica que nos autoriza a formular predicciones científicas es la tabla periódica de los elementos, de Mendeleeff.

⁴ La palabra 'probabilidad' se emplea aquí con un significado muy impreciso: lo único que significa es que la antedicha regla (ley taxonómica), por ser una generalización empírica, puede ser refutada por nuevas pruebas empíricas, es decir, por el hallazgo de aves hasta ahora ignotas de sangre fría. En rigor la "probabilidad" en cuestión no es la estudiada por el cálculo de probabilidades, sino simplemente un grado de creencia racional fundado en pruebas empíricas. No puede en nuestro caso calcularse sobre la base de frecuencias relativas (todas las cuales dan exactamente el valor 1 mientras no se encuentren excepciones) y no puede calcularse tampoco sobre la base de la fisiología conocida de las aves: no es, en suma, un concepto cuantitativo.

Las reglas taxonómicas nos permiten predecir, a veces con gran probabilidad de éxito, que el *próximo* miembro de la clase dada (o la próxima subclase) con que nos encontremos poseerá las cualidades que tipifican esa clase. La palabra 'próximo' no tiene por qué referirse en este contexto a los objetos mismos, es decir, a su estado futuro: puede hacer referencia solamente al sujeto que predice, como ocurre con las generalizaciones empíricas en paleontología, arqueología, historia, etc. Este tipo de pronóstico no consiste en la predicción exacta de valores numéricos referentes a sucesos futuros; pero no por ello es menos científico pues, lejos de ser una ciega adivinación, es una inferencia fundada y verificable.

Luego vienen las leyes estructurales. Por ejemplo, la existencia de algunos isótopos livianos fue predicha sobre la base de la estructura supuesta de sus núcleos. Cierta conjunto de hipótesis referentes a esta estructura permite la formulación de las siguientes reglas, todas las cuales pueden utilizarse para predecir la formación de isótopos: "Todos los núcleos estables, hasta el O^{16} , se obtienen añadiendo un neutrón y un protón sucesivamente, en el orden $n-p$ "; y "Desde F^{16} hasta A^{36} los isótopos se obtienen repitiendo la sucesión $n-n-p-p$." Hay algunas excepciones a esta regla, tales como He^5 . Esto indica que algo anda mal en las hipótesis básicas concernientes a la estructura nuclear; pero esta falta de perfección y de certidumbre es precisamente una característica del conocimiento científico, a diferencia de las fórmulas reveladas.

Aquí, una vez más, la predicción no es una inferencia del presente al futuro, sino *de lo conocido a lo desconocido*. Las hipótesis de estructura, tanto como las reglas taxonómicas, las leyes de coligación, etc., nos permiten pronosticar la *existencia* (o la ausencia) de

ciertas cosas y propiedades, ya sea en el futuro, ya en el presente o en el pasado. En este sentido son mucho más importantes que las predicciones cuantitativas más exactas.

Luego vienen las llamadas leyes fenomenológicas, tales como las de la óptica geométrica, la termodinámica y la astronomía prenewtoniana. Por ejemplo, si se conoce el índice de refracción n de un cuerpo transparente (ya sea por mediciones anteriores o a partir de otras características físicas vinculadas a él en forma conocida) y si se mide el ángulo de incidencia i de un rayo de luz, la ley de Snell " $\text{sen } i / \text{sen } r = n$ " nos faculta para predecir el ángulo de refracción r de dicho rayo de luz. Obsérvese que el tiempo no desempeña papel alguno en la óptica geométrica, ni tampoco en la teoría termodinámica de los estados de equilibrio. Esto demuestra que, contrariamente a la creencia popular, la predicción científica no exige enunciados legales donde se afirme que ciertos sucesos seguirán a otros según pautas temporales prescritas. La predicción sobre la base de este tipo de ley en particular es tan sólo una especie de profecía científica, pero no su prototipo. En cambio, el tiempo interviene en las leyes "fenomenológicas" de la astronomía prenewtoniana, como la segunda y la tercera de las de Kepler. En ninguno de estos casos intervinieron leyes causales, y sin embargo se demostró que podían formularse predicciones exactas.

Examinemos ahora la predicción sobre la base de pautas temporales, la cual —según un error muy difundido— constituiría el *único* tipo de pronóstico científico, o por lo menos el paradigma de éste. Las leyes del desarrollo en el tiempo, tengan o no un componente causal, pueden a veces expresarse en forma matemática. Los tipos más simples son los siguientes:

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = f(t) \quad (\text{ecuación de diferencias finitas})$$

$$\frac{dx}{dx} = f(t) \quad (\text{ecuación diferencial ordinaria})$$

$$\frac{\delta u}{\delta t} = f(x, t) \quad (\text{ecuación diferencial parcial})$$

$$f(t) = U(t, t_0) f(t_0) \quad (\text{ecuación con operador})$$

Tales fórmulas se necesitan para predecir los valores futuros (o pasados) *precisos* de determinada variable *en un momento prescrito*. (En realidad son, junto con el conocimiento de las condiciones iniciales, o las condiciones de contorno, necesarias para la formulación de este tipo de predicciones; pero no son suficientes. Se necesita una condición más, a saber, que la ecuación de que se trata tenga en realidad soluciones para el momento prescrito, y esto no es obvio, sino que debe ser demostrado⁵.) Empero, como debiera desprenderse del prece-

⁵ Ej.: la solución general de la ecuación diferencial parcial

$$\frac{\delta u}{\delta t} + i \frac{\delta u}{\delta x} = 0$$

es

$$u(x, t) = \sum c_n \exp(inx + nt),$$

y esta serie converge para $t \leq 0$ solamente, lo cual posibilita las retrodicciones, pero no las predicciones.

dente examen, este tipo de predicción es en ciencia la *excepción* y no la regla, a pesar de lo cual es prácticamente el único tipo que estudian los filósofos de la ciencia⁶.

La razón por la cual podemos predecir aun *sin* la ayuda de enunciados legales que contengan una variable temporal es una perogrullada, a saber, que en tales casos es *nuestro conocimiento* el que sufre un cambio en el tiempo, ya sea que el conocimiento se refiera o no a un proceso.

Veamos ahora la predicción estadística.

12.3. LA PREDICCIÓN ESTADÍSTICA

12.3.1. *Insuficiencia de la predicción de sucesos aislados*

El hecho de que *ciertas* predicciones astronómicas hayan sido y sigan siendo todavía consideradas como *el* modelo del pronóstico científico (debido a su exactitud numérica y a haber sido las únicas fidedignas durante milenios) ha redundado en dos resultados opuestos. Por una parte ha alentado la investigación en otras ciencias y, por otra, ha difundido una noción errónea sobre la naturaleza y el papel de la predicción científica y, por lo tanto, también una idea incorrecta acerca de cuáles son las disciplinas que pueden honrarse con el título de ciencias. Las predicciones astronómicas fun-

⁶ Por ejemplo Destouches (1948), *La mécanique ondulatoire*, cap. VII, y "Quelques aspects théoriques de la notion de complémentarité", *Dialectica*, 2, 351 (1948), ha construido una "teoría general de las predicciones" basada exclusivamente en pautas temporales de los tipos antedichos.

dadas en leyes de movimiento no deben considerarse *el* tipo de predicción científica, sino un caso sumamente excepcional favorecido por el extremo aislamiento mecánico y la extrema estabilidad del sistema solar, así como por las grandes distancias interplanetarias. Estas condiciones son casi ideales: son las más remotas de las condiciones ordinarias con que trata la investigación científica, y explican en parte el temprano desarrollo de la astronomía.

Aun así, si inquiriésemos la posición exacta de nuestro planeta dentro de mil millones de años, ningún Astrónomo Real se atrevería a darnos una respuesta precisa, ni siquiera descartando la posibilidad de todo cambio cualitativo en el ínterin: la fricción de las mareas, las perturbaciones fortuitas procedentes de otros cuerpos celestes y hasta los propios errores en el cálculo de los valores actuales de la posición y velocidad de la tierra (condiciones iniciales) bastarían para desdibujar por completo los valores futuros. Este problema es parecido al que se plantearía si se preguntara el resultado exacto de un tiro de ruleta después de una cantidad bastante grande de revoluciones: la respuesta sería que todas las posiciones finales son igualmente probables.

Además, la astronomía moderna hace mucho uso de métodos estadísticos en la búsqueda y clasificación de astros; emplea también la teoría de la probabilidad en el estudio de grandes conjuntos de estrellas *qua* colecciones y hasta en problemas relativos a astros aislados, tales como los cometas (que se consideran como miembros de una colección potencial, pues el concepto de probabilidad es una propiedad de conjuntos). Ya en 1816 Laplace publicó un estudio intitulado *Sur les comètes*, en el cual mediante consideraciones probabilísticas trató de explicar la frecuencia observada de las órbitas elípticas e hiporbólicas de los cometas. Este

tipo de estudio, fundado en determinadas hipótesis físicas y estadísticas, nos permite explicar hechos observados (tales como frecuencias) y calcular la probabilidad de que el próximo miembro de la colección tenga tales

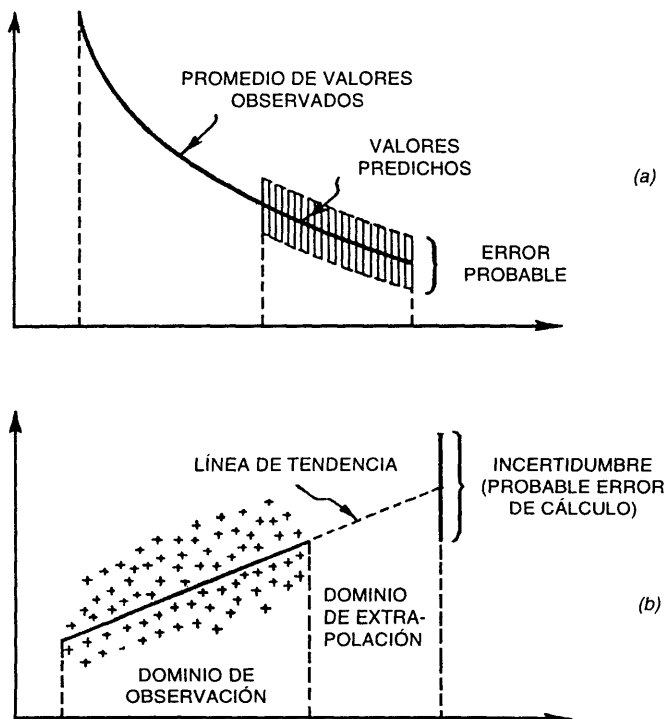


Fig. 32. (a) Predicción sobre la base de una relación funcional. (b) Predicción sobre la base de una línea de tendencia (línea de regresión lineal).

y cuales características (por ejemplo, que se mueva a lo largo de una órbita elíptica). Pero la principal utilidad de las leyes estadísticas (ya sean establecidas empíri-

camente o sobre la base de modelos hipotéticos) no es la predicción de la probabilidad de la ocurrencia de sucesos *individuales*. Su principal importancia, en lo que se refiere a la predicción, reside en que ayudan a prever propiedades colectivas, es decir, propiedades de grandes colecciones de entidades que son similares en algunos respectos. Entre otras cosas, las leyes estadísticas permiten predecir frecuencias probables (inferidas de probabilidades que se manipulan sin ninguna incertidumbre), promedios, desviaciones medias de la media, grado de asociación (correlación estadística) entre entidades causalmente inconexas, la tendencia más probable de una línea de sucesos, etc. (Véase fig. 32.)

12.3.2. *Las predicciones estadísticas en las ciencias del hombre*

Un popular argumento contra el carácter científico de la antropología, la sociología, la historia y disciplinas afines, es que las ciencias sociohistóricas rara vez pueden formular predicciones. Si con ello se quiere significar que se trata de la predicción de sucesos *singulares* con indicación *precisa* de lugar y tiempo, puede admitirse fácilmente que este tipo de predicción es raro en el terreno de las llamadas ciencias culturales. También es fácil advertir por qué se da esta circunstancia: la mayoría de las leyes sociohistóricas son estadísticas (cf. 10.4.5), y las leyes estadísticas simplemente no permiten la formulación de predicciones *precisas* de sucesos *singulares*. (La palabra 'estadística', en relación con las leyes sociohistóricas, no sólo significa que abarcan fenómenos de masa sino que se refiere también al carácter incierto de las predicciones de hechos singulares fundadas en tales leyes.)

Por ejemplo, uno de los fines de la antropología (en el sentido más amplio de la palabra) es “predecir o indicar la *dirección general* de los cambios que *probablemente* ocurran en los fenómenos en consideración. La esfera propia de la antropología como ciencia es, pues, la empresa de obtener leyes históricas, sociológicas y psicológicas que describan tendencias o procesos generales entre los pueblos de todos los períodos prehistóricos e históricos”⁷. Las predicciones generales sobre tendencias globales (que son típicamente estadísticas) pueden formularse, como en verdad se ha hecho, sobre la base de leyes sociohistóricas; en cambio, es casi imposible predecir con exactitud sucesos históricos particulares. Por ejemplo, las esperanzas que Marx alentaba acerca de una próxima revolución social en Inglaterra no llegaron a cumplirse; en cambio, acertó por cierto en sus predicciones sobre algunas características generales de los acontecimientos futuros⁸. No es extraño que haya fracasado en el pronóstico de sucesos históricos *singulares* mientras que pudo predecir algunos de los rasgos principales del mundo en que vivimos (gran centralización de los medios de producción, creciente participación del conjunto de la sociedad en la actividad productiva, decadencia del colonialismo, crecimiento del socialismo, etc.). Para tal fin, Marx se apoyó en un reducido número de enunciados legales muy sumarios respecto de la estructura económica de la sociedad capitalista, que “sólo” tienen validez estadística, de modo que permiten predecir lo que es *probable* que ocurra *a la larga* siempre que se cumplan *ciertas condiciones*.

⁷ Jacobs y Stern (1947), *General Anthropology*, pág. 5. (La bastarda es del autor.)

⁸ Bernal (1949), *The Freedom of Necessity*, pág. 413.

De modo semejante, las leyes mendelianas de la herencia no nos permiten prever con certeza la aparición de un rasgo hereditario dado en una generación *prescrita* de arvejas y en un momento *prescrito*; y ello, tan sólo por no referirse dichas leyes a sucesos individuales y por no contener la variable tiempo. La predicción científica no puede trascender el alcance de los enunciados legales sobre los cuales se funda y no puede ser más precisa que la información específica que utiliza. Eso es, precisamente, lo que en esencia distingue el pronóstico científico de la profecía popular. Otra diferencia entre las profecías y las predicciones es que las primeras son incondicionales y pueden por lo tanto expresarse en enunciados *categoricos*, tales como “Estallará la paz”; en cambio, las predicciones científicas se formulan como enunciados *hipotéticos* que exhiben las condiciones requeridas para la ocurrencia del suceso en consideración, como en “Estallará la paz *si* se cumplen tales y cuales condiciones.” El fundamento de esta diferencia lógica es el siguiente: mientras que las profecías no se basan en leyes, las predicciones científicas reposan en ellas. En síntesis: la predicción científica es legal; de modo que, si las leyes científicas se emplean incorrectamente para fines predictivos, es a quien las usa y no a las leyes mismas a quien debe culparse.

12.3.3. *¿Son las predicciones estadísticas menos completas que las demás?*

A menudo se oye la queja de que las leyes estadísticas son *incompletas*, en el sentido de que no permiten inferir con certeza qué sucesos individuales se producirán en un lugar y momento prescritos. Así, por ejemplo, del promedio de nacimientos en un país dado no podemos deducir la fecha del natalicio de un individuo

en particular. No es difícil admitir que las leyes estadísticas son incompletas en este sentido y que, en consecuencia, deben complementarse con leyes de otro tipo. Empero, no son *más* incompletas que otras clases de leyes científicas: con la salvedad de que en ellas esa insuficiencia es de otra índole, y eso es todo. En realidad, todos los tipos de enunciados legales (leyes₂) permiten formular predicciones (ejemplos de leyes₃) que son a la vez cualitativamente incompletas y cuantitativamente inexactas. La diferencia entre los tipos de predicción que proporcionan las diversas variedades de ley científica es de *índole* y no de mayor o menor grado de integridad o de exactitud. Por ejemplo las leyes newtonianas del movimiento, usualmente consideradas como el paradigma de la ley científica no nos dirán gran cosa sobre el comportamiento global de un grupo de unas 1.000 estrellas; en cambio, el tratamiento de un cúmulo de estrellas mediante la mecánica estadística (es decir, la elaboración de un modelo del cúmulo en el cual cada estrella es considerada como si se tratase de una molécula en una masa de gas) puede conducir a ciertos pronósticos exactos; por ejemplo, la velocidad de desintegración de una de esas aglomeraciones estelares puede determinarse aplicando la ley estadística de Maxwell relativa a la distribución de las velocidades. Las predicciones estadísticas pueden ser, hablando en términos generales, tan seguras (o inseguras) como cualquier otro tipo de predicción; no se refieren con certidumbre a sucesos individuales, pero como compensación se refieren a propiedades colectivas, o sea, a comportamientos globales o a características a largo plazo.

El aserto de que las leyes estadísticas —por oposición a otros tipos de ley científica— son incompletas y por tanto provisionales, es en gran medida resultado de la inercia metacientífica: es una herencia de los siglos

XVIII y XIX, cuando solía creerse que el progreso de la ciencia estribaba en una estrecha imitación de la mecánica y la astronomía, cuyas predicciones eran tenidas por la única clase decente de profecías que la ciencia podía permitirse. En la ciencia y la tecnología contemporáneas, y aun en la vida cotidiana, nos formulamos a menudo preguntas que sencillamente no pueden ser contestadas por ninguna ley individual o dinámica; que exigen un enfoque y un análisis estadísticos. Y ello ocurre porque se refieren a sucesos que se han de producir, en gran parte, *sea cual fuere el comportamiento preciso de los componentes individuales de la colección*. Así, por ejemplo, las compañías de seguros no están interesadas en la fecha precisa de defunción de cada uno de sus clientes, pues todo el negocio de seguros se basa en el conocimiento de ciertas leyes estadísticas con cuya ayuda se calculan las primas, cálculo que equivale a un pronóstico estadístico. Aunque se dispusiera de una información completa, la estadística no sería un lujo superfluo⁹; las leyes estadísticas son pautas de comportamiento colectivo, y tal comportamiento no pierde en absoluto su realidad ni su peculiaridad al averiguarse la conducta detallada de las partes.

Si podemos responder a preguntas relativas a poblaciones estadísticas, que las leyes individuales o dinámicas no pueden contestar, ¿por qué habríamos de continuar describiendo las leyes estadísticas como menos completas que otras clases de leyes que no nos permi-

⁹ Neumann (1932), *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*, pág. 107, dice en cambio que el tratamiento estadístico de los fenómenos clásicos es *ein Luxus, eine Zutat* si pueden conocerse en principio los valores exactos de la posición inicial y el impulso inicial de cada partícula de un conjunto.

ten formular predicciones sobre comportamientos globales o a largo plazo?

12.4. GRADOS DE CERTEZA EN LA PREDICCIÓN

12.4.1. *Incertidumbre en las leyes causales y semicertidumbre en las leyes estadísticas*

Se cree a menudo que las leyes causales, a diferencia de las otras clases de leyes, permiten la formulación de predicciones exactas. Esto no es verdad, pues aun suponiendo que nuestros enunciados legales fueran un fiel reflejo de la realidad (y nunca lo son), no bastarían para formular predicciones, fuesen o no exactas: los enunciados legales deben completarse con informaciones específicas tales como las relativas a los valores iniciales o los de contorno, o a unos y otros, a la historia pasada a través de un período, a los vínculos, etc.; y la limitada precisión con que se obtienen estas informaciones es siempre fuente de error (cf. 12.4.3). En consecuencia, la índole causal de una ley científica no garantiza la certeza de las predicciones obtenidas con su ayuda.

Pero, en cambio, *ciertas leyes estadísticas nos permiten casi alcanzar la certeza*. Por ejemplo, la segunda ley de la termodinámica puede interpretarse en el sentido de que es *casi imposible* que la entropía de un sistema molar cerrado disminuya. Y el análisis de un sistema mecánico tan simple como el que consta de dos osciladores lineales no acoplados cuyas fases son arbitrarias la una con respecto a la otra, indica que es también *casi imposible* que se repita una configuración dada del sistema, de donde puede concluirse que el eterno retorno es casi imposible en un agregado que consta de un

número finito de componentes independientes (o casi independientes)¹⁰ por más que constituyan un sistema mecánico, en el cual no puede producirse cambio cualitativo alguno.

Es *casi* seguro que ocurra un suceso de probabilidad uno, o sea, éste ocurrirá casi siempre; mientras que un suceso de probabilidad cero *casi* nunca ocurrirá, aunque no es imposible. (En este contexto la palabra 'casi' significa que puede haber excepciones, y hasta en número infinito; pero tales que no se acumulen y sean tan raras en comparación con los demás sucesos, que no logren una influencia *cuantitativa* apreciable. Tales excepciones no afectan los valores estables de las frecuencias relativas, si bien pueden dar origen a cosas cualitativamente nuevas, problema éste que no incumbe a la teoría de la probabilidad. En lenguaje técnico esto se expresa diciendo que las excepciones constituyen un conjunto de medida nula, por cuanto forman una sucesión numerable. Esta falta de superposición de la frecuencia —que puede no desaparecer aunque la probabilidad sea exactamente cero— y la probabilidad, no es sino un ejemplo de la índole incompleta de la correspondencia entre el mundo de la experiencia —al cual se refieren las frecuencias— y su reconstrucción en el pensamiento, sistema conceptual en el cual puede participar el concepto de probabilidad).

Para resumir, en los casos extremos de probabilidad cero y uno, las leyes estadísticas conducen a donde las leyes causales sólo llevan excepcionalmente: a predecir *casi con certeza*.

¹⁰ Cf. D'Abro (1939), *The Decline of Mechanism in Modern Physics*, págs. 243 y sigs.

12.4.2. *Verdades de hecho casi necesarias*

En algunos casos los grados de certeza correspondiente a las probabilidades cero y uno (que se interpretan respectivamente como de ocurrencia casi imposible y casi segura) pueden alcanzarse sin recurrir ni a las leyes causales ni a las estadísticas. Así, sobre la base de las leyes funcionales y teleológicas de la fisiología humana podemos predecir con certeza casi completa que ninguna criatura que nazca sin corazón ha de sobrevivir al parto. Esta predicción no se formula sobre la base de pruebas empíricas relativas a casos anteriores: si así fuera, podría estar expuesta a las objeciones acostumbradas contra las generalizaciones inductivas. El conocimiento empírico de la frecuencia nula de niños carentes de corazón que sobreviviesen al parto no hace sino *apoyar a posteriori* la antedicha predicción, cuya certeza en realidad procede del conocimiento del papel central que desempeña el corazón y no de generalización empírica alguna. Antes del descubrimiento de la naturaleza de las funciones cardíacas por Harvey, el posible descubrimiento empírico de la frecuencia nula de criaturas que pudieran sobrevivir sin corazón *no* habría garantizado la predicción de la muerte de *todo* niño que pudiese nacer en esas condiciones.

Cabe frecuentemente determinar *a priori*, no tanto el resultado necesario de un suceso, como la circunstancia de que éste es casi imposible, basándonos en que su producción violaría ciertas leyes naturales bien establecidas (aunque todavía hipotéticas). Por ejemplo, las leyes de la resistencia de los materiales nos permiten predecir que no puede construirse una columna arbitrariamente alta, por más que la altura a la cual ésta habrá de derrumbarse sólo pueda ser calculada con cierto margen de error. Y la fisiología del sistema ner-

vioso nos permite inferir con igual certeza que las funciones nerviosas, y por tanto las psíquicas, cesan con la muerte del cuerpo, de modo que la supervivencia del alma queda descartada. ¿Refutan estos ejemplos de *verdades sintéticas casi necesarias* la tradicional afirmación tanto del idealismo platónico como del empirismo escéptico, según la cual no puede alcanzarse certeza en asuntos fácticos y particularmente en asuntos empíricos? Es decir, ¿refutan estos ejemplos la tesis de que toda proposición general con un contenido fáctico (o empírico) es en el mejor de los casos una hipótesis probable? No, no la refutan; pero la condicionan apreciablemente, como veremos a continuación.

El escepticismo acerca de la posibilidad de alcanzar algo parecido a la certeza en asuntos empíricos se justificaba ampliamente en la época en la cual el conocimiento científico más fidedigno del mundo externo era poco más que un cúmulo de *generalizaciones empíricas*, o sea, de proposiciones apoyadas tan sólo en sus casos favorables. Además tal escepticismo desempeñó un papel progresista en la lucha contra el innatismo, según el cual todo el mundo poseía ideas verdaderas con referentes fácticas, o sea, verdades de hecho evidentes, con carácter necesario. Esa época terminó en 1687 con los *Principia* de Newton, en los cuales la experiencia y la razón se unieron firmemente por primera vez y en tal forma que llegó a ser posible, por así decirlo, calcular los hechos. Desde entonces el tipo ideal de enunciado científico ya no es la generalización empírica sino la ley universal que contiene algunos conceptos teóricos y está apoyada no sólo en sus ejemplos sino también en *otras leyes*, de modo que o se mantiene o se derrumba junto con todo un haz de hipótesis. En realidad las hipótesis que pertenecen a sistemas teóricos no son confirmadas ni refutadas como si se tratase de enun-

ciados aislados: su prueba fortalece o debilita estructuras enteras de ideas referentes a hechos. Esto no modifica la circunstancia de que todas las proposiciones generales con contenido objetivo son hipótesis más o menos probables; pero introduce la importante novedad de que los enunciados legales universales no son todos *igualmente* probables: algunos de ellos son *casi seguramente* verdaderos y otros son *casi seguramente* falsos.

Al contrario de lo que sostuvo Kant, esta certeza (en realidad semicerteza) en los asuntos empíricos no se funda en principios *a priori* (ya sean lógicos o intuitivos) sino en la reconstrucción racional de la experiencia; es la teoría (incluyendo la teoría del experimento) y no la especulación ni la generalización empírica puras, la que nos permite establecer algunas verdades de hecho casi necesarias o, si se prefiere, algunas *verdades racionales de hecho*, nombre que en cierto modo tipifica los sectores más adelantados de la ciencia moderna, que han trascendido tanto el racionalismo como el empirismo. Ni la experiencia en sí misma ni la matemática pura nos han conducido a la certeza en asuntos de hecho: en este sentido la búsqueda de la certeza empírica ha resultado completamente infructuosa. Pero las ciencias teóricas de la naturaleza (y esperemos que también las de la sociedad) están dando sentido a la búsqueda de la *semicerteza*, conjurando así el espectro paralizante de las hipótesis *igualmente* probables.

12.4.3. *Razones del fracaso de las predicciones específicas*

Las leyes científicas no nos permiten proveernos de inferencias *completamente* seguras sobre el curso futuro de los sucesos físicos o culturales, y esto de manera

por entero independiente de la presencia de la categoría de causación en los enunciados legales implicados. Las razones del fracaso de un pronóstico científico pueden distribuirse, con bastante naturalidad, en tres grupos: pueden tener que ver con los propios enunciados legales, o con las informaciones complementarias específicas, o con el proceso de inferencia, separada o conjuntamente. Más en detalle, las fuentes de incertidumbre en la predicción son en esencia las que siguen:

I) *Errores en los enunciados legales o en la selección de éstos.* a) Los enunciados legales son incompletos, o inexactos, o ambas cosas a la vez (entendiendo el carácter incompleto o esquemático como referente a las cualidades; y la inexactitud, a la precisión cuantitativa). Es decir, que nuestro conocimiento de las leyes objetivas pertinentes al hecho o a los hechos en consideración es en exceso esquemático o inexacto.

b) Algunas de las propias leyes fallan, o sea, dejan de regir debido a la emergencia de características cualitativamente nuevas durante el proceso; en otras palabras, comienzan a actuar leyes nuevas e inesperadas. La predecibilidad completa requeriría no sólo un conocimiento completo de las leyes, sino también de las leyes de variación de éstas.

II) *Errores en las informaciones específicas.* a) Las informaciones relativas a la naturaleza del sistema no son bastante completas ni exactas, lo cual induce a una elección errónea de los enunciados legales pertinentes; en particular, las informaciones pueden no indicar que el sistema que se está estudiando se halla inadecuadamente aislado, de modo que pueden producirse interacciones inesperadas con sistemas externos.

b) Las informaciones específicas que dependen de la observación y medición de características cuantitativas

(tales como condiciones iniciales, constantes, etc.) se calculan con excesivo margen de error.

c) La información accesible no basta, sea por limitaciones técnicas, sea porque la naturaleza de la realidad es tal que nos impide reunir todos los elementos informativos necesarios para aplicar los enunciados legales que correspondan. Esto puede deberse, por ejemplo, a la velocidad finita de propagación de las señales físicas (tales como los rayos luminosos); este límite de la velocidad de los portadores de mensajes confina el pasado cognoscible dentro del cono de luz posterior y el futuro predecible dentro del cono de luz anterior, con respecto al observador (véase fig. 33).

III) *Errores en la inferencia.* El proceso lógico o matemático de la inferencia, o bien es defectuoso, o es correcto pero implica demasiadas hipótesis simplificantes; por ejemplo, puede ocurrir que el cálculo eventual contenga un error, o que su orden de aproximación sea demasiado insuficiente.

Teniendo en cuenta que todas las operaciones de la predicción científica implican enunciados legales, informaciones específicas y deducciones, resulta bastante asombroso que ciertos pronósticos científicos puedan formularse con un elevado grado de exactitud y por largos períodos.

Sacamos en conclusión que el grado de certeza que puede alcanzarse en la predicción científica no depende tanto de la *clase* de ley como se cree frecuentemente. En particular, no es cierto que la predicción acertada dependa de la causalidad¹¹. El grado de certeza en la predicción depende de multitud de factores, y es casi

¹¹ Esta creencia se remonta a la escolástica aristotélica. Cf. Tomás de Aquino (1272), *Suma Teológica*, primera parte, cap. LXXXVI, ap. 4.

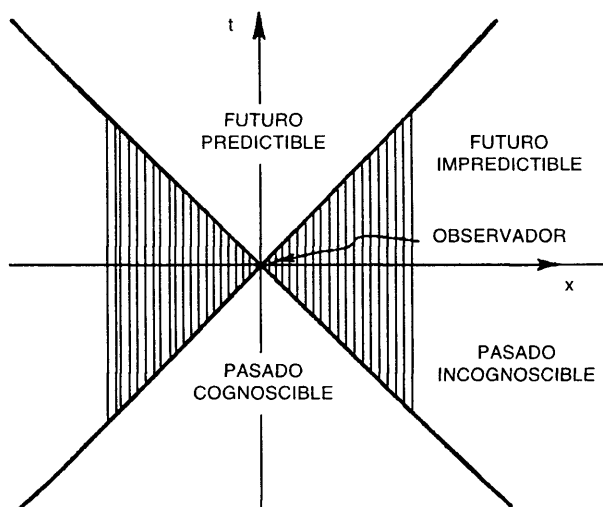


Fig. 33. Limitación de la posibilidad de reunir información debida a la velocidad finita de los mensajeros luminosos. Las regiones del espacio-tiempo que no sean la abarcada por el observador que aparece en la figura, pueden ser cubiertas por observadores (o dispositivos de observación) colocados en otras posiciones.

imposible predecir con certeza las condiciones que hacen una predicción más exacta que otra.

12.5. ¿DEBE LA CAUSALIDAD DEFINIRSE EN TÉRMINOS DE PREDICTIBILIDAD?

12.5.1. *El criterio positivista de la causalidad*

La doctrina tradicional según la cual la predicción es posible sólo con la ayuda de leyes causales puede advertirse en la creencia de que la predecibilidad es un síntoma de la causalidad, o aun de que la causación puede *definirse* en términos de predecibilidad. Una de-

claración característica a este respecto es la de Feigl¹². “El concepto clarificado (purificado) de la causación se define en términos de *predecibilidad según una ley* (o, más exactamente, de acuerdo con un conjunto de leyes).” La definición de ley causal como instrumento predictivo condujo a Russell¹³ a calificar de leyes causales a generalizaciones tales como “Los perros ladran” o “Los leones son feroces”, precisamente porque nos permiten hacer predicciones, aunque sólo declaren asociaciones invariables¹⁴.

Debemos hacer las siguientes observaciones con respecto a la ecuación de causalidad y predecibilidad. En primer lugar ella implica la identidad de ley *científica* con ley *causal*, identidad que hemos hallado anticuada (cf. cap. 10). En segundo lugar, los hombres de ciencia contemporáneos saben que el grado de certeza de la predicción no depende sólo de la clase de ley, sino que toda una multitud de circunstancias determina el carácter completo y exacto de la predicción (cf. 12.4.3); pueden hacerse predicciones inexactas sobre la base de leyes causales, mientras que las leyes estadísticas nos permiten a veces alcanzar la semicerteza (cf. 12.4.1). En tercer lugar, un rasgo de la realidad (la causación)

¹² Herbert Feigl (1953), “Notes on Causality”, en *Readings in the Philosophy of Science*, Feigl y Brodbeck (compils.), pág. 408. Cf. también Frank (1937), *Le principe de causalité et ses limites*, págs. 47, 200 y *passim*; Reichenbach (1944), *Philosophic Foundations of Quantum Mechanics*, págs. 2-3; Hutten (1956), *The Language of Modern Physics*, pág. 222; Schlick (1936), *Philosophy of Nature*, pág. 58, aunque afirma que la predecibilidad es el *criterio* de la causalidad, se niega a considerarla como “adecuada para una formulación lógica del principio de causalidad”.

¹³ Russell (1948), *Human Knowledge*, págs. 327 y *passim*.

¹⁴ Hasta Planck define la causación en forma antropomórfica en *The Philosophy of Physics* (1936), pág. 45: “Un suceso es causalmente condicionado si puede ser predicho con certeza.”

no debe identificarse con un criterio (la predecibilidad) para la verificación empírica de hipótesis científicas que pueden no contener la categoría de causación: en otras palabras, la predecibilidad no es el *sentido* de la causación sino un *criterio* de verdad tanto de hipótesis causales como de hipótesis no causales.

A diferencia de la causación, que es una categoría ontológica, la predecibilidad es una categoría gnoseológica de índole evidentemente histórica; en verdad, lo que parecía antes impredecible en principio resulta ahora predecible en algún sentido y viceversa. Tanto la clase como la probabilidad de toda predicción depende de nuestro conocimiento de las leyes generales y de las situaciones específicas. En cambio, la causación es un modo de comportamiento de las cosas en el mundo real. La predecibilidad, capacidad humana variable, no refleja la causación al nivel del conocimiento: está fundada en *todos* los tipos de determinación legal, incluyendo la causación.

12.5.2. *Incertidumbre y causalidad en la mecánica cuántica*

La ecuación de la causalidad con la predecibilidad es, desde luego, común entre los partidarios de la interpretación positivista de la mecánica cuántica. Así Heisenberg¹⁵, en un famoso artículo, sostuvo que lo que impide a la física moderna retener la causalidad es la imposibilidad física de medir simultáneamente valores exactos de variables conjugadas, tales como la posición y la velocidad de una “partícula”; y que ello, a su vez, nos impide formular predicciones exactas sobre los es-

¹⁵ Werner Heisenberg, “Über den anschaulichen Inhalt der Quantentheoretische Kinematik und Mechanik”, *Zeitschrift für Physik*, 43, 172 (1927).

tados futuros de ésta. En realidad, "en la formulación rigurosa de la ley causal 'Si conocemos el presente con exactitud, podemos calcular el futuro', lo falso no es la inferencia sino la premisa. No *podemos*, en principio, conocer el presente hasta el último detalle". La "rigurosa formulación de la ley causal" dada por Heisenberg es por lo menos sorprendente, pues resulta ser la formulación de una *consecuencia gnoseológica* de la hipótesis de la sucesión invariable en el tiempo, sea o no de índole causal. Es incorrecto afirmar que el principio causal supone la premisa "Podemos conocer el presente con exactitud", pues la ley de causación es una hipótesis que se refiere a un tipo de vínculo entre los sucesos tales como éstos ocurren, ya sea bajo regulación experimental o no. Sólo para *comprobar* hipótesis relativas a las vinculaciones entre los fenómenos tenemos que conocer los antecedentes de los cuales han de desarrollarse consecuencias predecibles.

Lo menos que se puede decir es que resulta precipitado proclamar el fracaso del determinismo tan sólo porque no es posible reunir toda la información necesaria para *poner a prueba* el principio causal en un dominio particular (tal como la física atómica). Sólo las erróneas ecuaciones Determinismo = Causalidad (estrechez ontológica) y Causalidad = Predecibilidad (vanidad antropomórfica) pueden servir de base al indeterminismo. La incertidumbre en el conocimiento está lejos de ser signo inequívoco de indeterminación o nebulosidad física. Además, la indeterminación empírica que caracteriza a la interpretación usual de la teoría cuántica es consecuencia de sus presuposiciones idealistas sobre la inexistencia de objetos físicos autónomos¹⁶.

¹⁶ Cf. Niels Bohr, "Kausalität und Komplementarität", *Erkenntnis*, 6, 293 (1936): "...nos hemos visto obligados a abandonar el ideal de la causalidad en la física atómica tan sólo porque, a raíz de la

Los llamados “observables” de la teoría cuántica son en general sólo *estadísticamente predecibles*: con más exactitud, excepción hecha de los casos puros, no es posible predecir con certeza los valores que una variable dada asumirá en la medición. Esta relativa incertidumbre en la *predicción* de los resultados de la *medición* constituye una indeterminación empírica (una incertidumbre) que de ningún modo abona la validez del indeterminismo en sentido ontológico. Además no se trata de una indeterminación ilimitada, pues es posible predecir distribuciones de probabilidad determinadas; vale decir, que en esos casos se predice la probabilidad de encontrar cada uno de los valores en particular. Por otra parte la incertidumbre a que nos referimos no es el reflejo de una indeterminación objetiva, de una ausencia de conexión precisa entre los sucesivos estados de sistemas microfísicos, ya que se refiere abiertamente a resultados de mediciones —y por lo tanto a las interacciones del objeto con su ambiente macroscópico— y no a las cosas en sí mismas, tales como éstas se comportan en ausencia de interacciones con dispositivos macroscópicos. En otras palabras, la indeterminación empírica a la cual nos referimos sólo atañe a variables físicas representadas por operadores; en cambio, los llamados parámetros ocultos o variables intrínsecas, por medio de las cuales de Broglie y Bohm han conseguido formular una interpretación causal de la mecánica cuántica, no son afectados por ninguna incertidumbre inherente.

inevitable interacción entre el objeto del experimento y los instrumentos de medición... no podemos ya hablar de un comportamiento autónomo del objeto físico”. Véase también Weizsäcker (1943), *Zum Weltbild der Physik*, págs. 30, 42, 76 y *passim*, donde se defiende la tesis kantiana de que existen cadenas causales, pero no independientemente del experimentador.

Quienes pretenden invocar la teoría cuántica en favor de algunas de las fantasías indeterministas de buen tono deben resolverse a olvidar: *a)* que ni siquiera la formulación y la interpretación usuales de la mecánica cuántica deponen el determinismo en general, sino que sólo ponen en tela de juicio la causalidad (cf. 1.2.5), cuya validez universal había sido cuestionada en filosofía mucho antes del advenimiento de la teoría cuántica; *b)* que de 1952 en adelante se han propuesto diversas interpretaciones coherentes y empíricamente equivalentes de la mecánica cuántica, en las cuales se restablece una buena dosis de determinismo causal aunque sin llegar a excluir la determinación estadística.

12.5.3. *Incertidumbre e indeterminación. ¿Es el determinismo ontológico incompatible con el probabilismo gnoseológico?*

La predicción acertada nos permite confirmar o refutar los enunciados legales científicos, tanto causales como no causales. La predicción y la aplicación práctica son pruebas de todas las hipótesis generales de la ciencia y la tecnología, sea cual fuere su contenido causal. El sistemático fracaso de los esfuerzos de predecir mediante una ley dada que contiene un fuerte componente causal es una razón de peso para poner en duda la verdad de dicho enunciado legal en el terreno que se está investigando; pero no anula esa ley en todos los terrenos, ni constituye una refutación del principio causal. El fracaso de hipótesis causales particulares —y aun el posible fracaso de la causalidad en sectores enteros de la investigación— sólo prueba que el principio causal no tiene validez universal. En particular, el ingrediente estadístico en todos los enunciados que hemos llamado leyes₃ (tales como los enunciados de leyes₂

con fines predictivos) demuestra que por lo menos un dominio, el de la relación sujeto-objeto, no es agotado por las conexiones causales.

La causalidad, en consecuencia, no puede definirse en términos de predictibilidad según leyes; ni es tampoco correcto definir el azar como incapaz de predecir. La predicción es una capacidad humana, falible y perfectible a la vez; la predecibilidad es una consecuencia gnoseológica de la existencia y del conocimiento de leyes de cualquier tipo, tanto causales como no causales. La incertidumbre, por tanto, no implica indeterminación. La determinación completa, fijada de modo unívoco por la totalidad de las leyes, es una condición necesaria pero no suficiente para alcanzar la predecibilidad completa: no sería justo culpar al universo de nuestras propias limitaciones. El determinismo ontológico es, conforme a lo dicho, compatible con el probabilismo gnoseológico, doctrina según la cual sólo proposiciones generales probables pueden afirmarse con referencia a asuntos empíricos (cuyo grado de confirmación se trata como una probabilidad), aunque no todas son igualmente verosímiles.

12.6. CONCLUSIONES

En contraste con la adivinación y el acertijo, la profecía científica no pretende alcanzar la certidumbre completa. Muy pocos de los hechos del mundo concreto son predecibles con semicerteza y ninguno lo es en todos sus detalles, pues el pronóstico científico se funda en el conocimiento de leyes y de informaciones específicas respecto de hechos singulares, ninguna de las cuales es jamás completa ni exacta. Con todo, la predicción científica es a menudo satisfactoria; y además, es per-

fectible, lo cual equivale a decir que es falible, porque el fracaso de toda predicción exige el mejoramiento de la formulación de las premisas sobre las cuales se funda. La creencia de los hombres de ciencia, según la cual la predicción satisfactoria es posible siempre que se cuente con las leyes e informaciones específicas pertinentes bajo ciertas exigencias mínimas de exactitud, es una forma de la confianza en la legalidad de la realidad. Pero la predicción, que es junto con la reproducción la prueba decisiva de los enunciados legales, no agota la legalidad y su función. Comte acertaba cuando decía, en una máxima que se hizo famosa: "*Science d'où prévoyance, d'où action.*" Pero se equivocó al negar la función explicativa de la ciencia, que no sólo satisface en forma racional el instinto innato de investigación, sino que también sugiere hechos nuevos aún no certificados. ¿Qué?, ¿dónde?, ¿cuándo?, ¿de dónde?, ¿por qué?: estas preguntas esenciales, que la investigación científica procura responder en forma inteligible y verificable, se implican recíprocamente. Contestar una de ellas no es más importante para la ciencia que contestar cualquiera de las demás; por lo menos, a la larga.

La causación no es idéntica a la predecibilidad. Por lo tanto, la predicción acertada por medio de leyes no causales desmiente la creencia según la cual la legalidad causal es coextensiva con la ciencia. Además, los fracasos de la predicción fundada en leyes causales no implica el fracaso del determinismo en general. En particular, la incapacidad de predecir la novedad radical (cualitativa), lejos de confirmar el indeterminismo, sólo indica que la ley de emergencia de la nueva propiedad de que se trata no ha sido hallada todavía. (Asimismo la predecibilidad completa, por oposición a la determinación completa, es en cierto sentido incompatible con nuestro reconocimiento de la novedad radical; un ser

que estuviera dotado con el poder de predecir toda novedad sería incapaz de reconocer ninguna de ellas en el momento de producirse: siempre experimentaría la sensación de *déjà vu*.)

En suma, ni las leyes causales ni las leyes de evolución en el tiempo son indispensables para efectuar predicciones científicas; y recíprocamente, la predicción científica con ayuda de un conjunto de leyes no es una prueba de su naturaleza causal. Un criterio pragmático, tal como el de la predictibilidad, no puede decidir sobre el *significado* de las leyes₂ o sobre la *naturaleza* de las leyes₁. La predictibilidad y la reproducción artificial son *criterios* empíricos para verificar la verdad de los enunciados legales; el intento de derivar todo el significado de los enunciados legales de su uso y de los procedimientos de su verificación equivale a confundir la verdad con uno de sus criterios, la semántica con la pragmática. Sólo un análisis filosófico de las leyes científicas puede decidir acerca de su significado.

La clase de leyes que se necesitan para la predicción dependerá de la clase de predicción a que se aspire; y viceversa, la clase de predicción que se obtenga dependerá de las leyes disponibles (y de las informaciones específicas). *Cualquier* clase de ley científica de cualquier tipo, en la medida en que sea verdadera, nos permitirá hacer predicciones científicas de *alguna* clase: al revés de la adivinación, el pronóstico científico es tan sólo previsión fundada en un conocimiento que incluye el conocimiento de las pautas objetivas del ser y del devenir. En resumen, no hay relación necesaria entre causalidad y predicción, así como tampoco la hay entre causalidad y explicación.

13. El lugar del principio causal en la ciencia moderna

13.1. LA CAUSALIDAD: NI MITO, NI PANACEA

El problema de la causación divide a los filósofos, a grandes rasgos, en tres campos: el causalismo o panaitismo, que puede considerarse como el partido conservador; el acausalismo o anaitismo, que es la tendencia nihilista, y el semicausalismo o hemiaitismo, que nos complacemos en imaginar como la posición progresiva o constructiva. El causalismo es la actitud tradicional de rechazar todas las categorías no causales de determinación, sosteniendo dogmáticamente que es causal toda conexión que se produce en el universo. El partido nihilista, en cambio, declara que el concepto de nexo causal es un “fetiche” (Pearson¹), una “ficción analógica” (Vaihinger²), una “superstición” (Wittgenstein³) o un “mito” (Toulmin⁴). Esta interpretación suele ser acompañada por el repudio fenomenista de *todo* tipo de explicación

¹ Pearson (1911), *The Grammar of Science*, 3a ed., sexta parte. Otros “conceptos fundamentales desechados” son, según Pearson, la materia y la fuerza.

² Vaihinger (1920), *Die Philosophie des Als Ob*, 4a ed., *passim*, “Las cosas son propiedades y las causas que actúan son mitos.” (pág. 44.)

³ Wittgenstein (1922), *Tractatus Logico-Philosophicus*, 5. 1361.

⁴ Toulmin (1953), *The Philosophy of Science*, pág. 161.

—incluida por supuesto la explicación causal— en favor de la descripción.

Ocioso es decirlo, la negación de la existencia de nexos genéticos entre los sucesos es vital para todo tipo de subjetivismo: en el caso del empirismo laico el único nexo admisible entre sucesos es el sujeto experiencial, mientras que en el caso del idealismo neoplatónico, del de Malebranche o del de Berkeley, no puede haber otro vínculo que Dios. En cualquiera de esos casos se atribuye a una persona, mundana o divina, el papel de cola de pegar entre hechos que de otro modo serían inconexos o simplemente no existirían. La actitud enteramente negativa hacia el principio de causación, adoptada por el indeterminismo y el empirismo, es incompatible con el objeto de la ciencia, que es la búsqueda de las formas objetivas de determinación e interconexión. Declarar que las únicas relaciones verificables son las que se establecen entre datos de los sentidos, conceptos y juicios, y sostener que es en vano tratar de descubrir interconexiones autónomas y modos reales de producción, es una actitud antropomórfica que obstruye el adelanto de la ciencia: es una actitud regresiva, por más que la mayoría de sus partidarios se crean sinceramente los heraldos del pensamiento moderno, tan sólo porque sustituyen los dogmas tradicionales por otros modernos. En cambio la actitud de reconocimiento de que la causación es más que una categoría psicológica afín al hábito, de reconocimiento de que en el mundo exterior hay en efecto vínculos genéticos, entre ellos los de tipo causal, esta actitud —lejos de ser antropomórfica— ayuda a evitar las asechanzas del subjetivismo, ya sea sensacionista o espiritualista.

Muchos de los que desean resistir el ataque fenomenista e indeterminista contra el conocimiento racional, no han encontrado mejor forma de hacerlo que repetir

con obstinación la tesis tradicional según la cual no puede haber conocimiento científico digno de ese nombre fuera de la legalidad causal y de la explicación y la predicción sobre la base de leyes que —como las de Newton y las de Maxwell— son consideradas, por error, puramente causales tan sólo por no ser estadísticas, cuando la verdad es que tienen un componente causal combinado con dosis de automovimiento y acción recíproca. Esta actitud conservadora, arraigada con frecuencia en un justificado deseo de preservar el derecho a entender el mundo —derecho que niegan los indeterministas— ha sido impotente ante la crítica filosófica y ante la creciente comprensión de la importancia de otros tipos de determinación, tales como la causación recíproca, la autodeterminación y la interacción al azar. El desarrollo de la ciencia no ha confirmado la esperanza conservadora de que todos los tipos no causales de determinación resultaran finalmente reducibles a la causación. Muy por el contrario, se está reconociendo una variedad más rica de tipos de determinación.

No estamos, pues, frente al dilema indeterminismo-causalismo. Tal como ocurre con el problema de la libertad moral, en los asuntos intelectuales no es siempre cuestión de elegir entre dos alternativas dadas: a veces el acto de la elección es reemplazado por la creación de una tercera alternativa. A nuestro entender, la forma correcta de resistir el ataque combinado del fenomenismo y el indeterminismo contra el conocimiento racional y objetivo no es refugiarse en el pasado, desconociendo dogmáticamente todos los tipos no causales de ley científica, explicación y predicción y considerándolos como meros recursos temporarios, como tan a menudo se hace en lo referente a la determinación estadística. La actitud correcta y progresista es admitir la

grata circunstancia de que la ciencia ha avanzado hasta un punto tal que, sin prescindir por entero del principio causal, le ha asignado un lugar en el contexto más amplio del determinismo general, lugar que no es ni el principal ni el más insignificante: ni el de “principal sostén de las ciencias inductivas” (Mill) ni el de una “superstición” (Wittgenstein). El principio causal es una de las diversas y valiosas guías de la investigación científica y, como la mayoría de ellas, goza de una validez aproximada en ámbitos limitados; es una hipótesis general con un elevado valor heurístico, lo cual da a entender que en ciertos dominios corresponde bastante estrechamente a la realidad.

13.2. EL DOMINIO DE LA DETERMINACIÓN CAUSAL

13.2.1. *Condiciones de la aplicabilidad de las hipótesis causales*

La afirmación de que el principio causal tiene un limitado dominio de validez suscita en seguida las siguientes cuestiones: ¿Cuál es el dominio de la causalidad? ¿Cuándo es lícito aplicar hipótesis causales? La primera de estas preguntas se refiere a la acción objetiva de la causación; la segunda, a las condiciones en las cuales es válido el empleo de ideas causales. La respuesta a la primera pregunta depende de la respuesta a la segunda, pues la forma científica de trazar la franja que delimita (por cierto que muy vagamente) el dominio de la determinación causal, es averiguar el grado de adecuación de nuestras ideas causales acerca del universo, o sea, determinar en qué medida éstas son confirmadas, tarea que desde luego cumple la ciencia en cada caso particular.

Consecuencia de lo expresado en los capítulos anteriores, especialmente en la Tercera Parte, es que algunas de las condiciones para la aplicabilidad de enunciados específicos adaptables a la fórmula de la causación como producción necesaria sean las que siguen:

I) *Que los principales cambios en consideración sean producidos por factores externos.* Es decir, que el sistema esté en gran parte (nunca por completo) a merced de su ambiente, de modo que los procesos internos no sean las principales fuentes del cambio, si bien las condiciones externas sólo serán eficaces en la medida en que consigan modificar dichos procesos internos. El predominio de los factores externos sobre los internos se observa sobre todo en la técnica y en la industria, las cuales —como hubiera dicho Bacon— se ocupan precisamente en transformar la *natura libera* en una *natura vexata*.

II) *Que el proceso en cuestión pueda considerarse como aislado.* O sea, cuando es lícito considerar el proceso en cuestión como arrancado de sus interconexiones reales, que por lo general son numerosas pero a menudo irrelevantes al aspecto que se está investigando. En otras palabras, cuando tal aislamiento no afecta esencialmente aquello que se investiga, o (lo que es lo mismo desde el punto de vista pragmático) cuando las perturbaciones pueden ser corregidas. Esto es a menudo posible durante intervalos limitados de tiempo.

III) *Que las interacciones puedan aproximarse por relaciones agente-paciente.* O sea cuando no existen acciones recíprocas, o cuando en caso de existir, lejos de ser simétricas, son tales que la acción es considerablemente más importante que la reacción. En otros términos, cuando las reacciones están ausentes, o bien pueden ignorarse para todos los fines prácticos. Es también típico de la producción y de la tecnología hu-

manas considerar la materia prima como un paciente sobre el cual se ejerce el trabajo humano.

IV) *Que el antecedente y el consecuente estén vinculados entre sí de manera unívoca.* O sea cuando cada efecto pueda considerarse como procedente (no necesariamente en el tiempo) en forma única de una causa fija (causación simple, a diferencia de la causación múltiple). Así ocurre en particular cuando las causas pertinentes no tienen en absoluto igual importancia en el aspecto de que se trata, sino que por el contrario pueden ordenarse en gradación jerárquica (causa principal, perturbación de primer orden, y así sucesivamente).

Debe observarse que todas estas condiciones se refieren a hechos y no a nuestra "captación" (reconstrucción) cognoscitiva de éstos; es decir, que las condiciones de validez de las ideas causales dependen ante todo de la naturaleza del objeto (o de aquello en que se supone consista dicha naturaleza). Todas ellas parecen necesarias para el éxito de las hipótesis causales, y ninguna suficiente por sí sola. Tal vez buscando más a fondo podrían hallarse otras cláusulas; pero lo más importante para nuestro actual examen es que ninguna de estas condiciones puede cumplirse *exactamente* en casos reales.

En efecto, las condiciones externas no son eficaces sean cuales fueren las internas, sino que siempre actúan combinadas con ellas e influyen en las características específicas del objeto en cuestión; en consecuencia, los cambios nunca son producidos exclusivamente por determinantes extrínsecos, como se requiere en la condición I). Además no hay envolturas impenetrables que garanticen el aislamiento completo aun en un solo respecto dado, como lo exige la condición II). En parte alguna hay una materia inerte que desempeñe el papel

de paciente perfecto por el estilo de la *materia prima* peripatética, como lo exige la condición III).

Y por último, debido a la multilateralidad y mutabilidad de las interconexiones, así como a la espontaneidad interna legal, los vínculos reales causa-efecto nunca son exactamente del tipo uno a uno, como lo exige la condición IV).

En resumen, las antedichas condiciones pueden a veces cumplirse con una aproximación suficiente, pero nunca con exactitud.

13.2.2. *Dominio de validez del principio causal*

Podemos ahora abordar la cuestión relativa al dominio de validez del principio causal. Si se aceptan las precedentes consideraciones, si por lo menos una de las condiciones antedichas se admite como necesaria, entonces la respuesta no puede ser sino la siguiente:

La causación estricta y pura no se da nunca, en ninguna parte. La causación obra de modo aproximado en ciertos procesos limitados tanto en el espacio como en el tiempo, y aun así, sólo en aspectos particulares. Las hipótesis causales son nada más (y nada menos) que reconstrucciones toscas, aproximadas, unilaterales de la determinación; son con frecuencia completamente prescindibles, pero a veces adecuadas e indispensables.

En otras palabras: en el mundo exterior hay siempre una amplia variedad de procesos cuyo aspecto causal es tan importante en ciertos respectos y dentro de contextos limitados, que pueden describirse como causales aunque nunca lo sean de modo *exacto* ni *exclusivo*.

Una delimitación menos vaga del dominio de la determinación causal no parece posible ni siquiera deseable. Hemos enumerado algunas de las condiciones generales para la adecuación de las hipótesis causales;

pero la decisión sobre el alcance de cada hipótesis causal particular debe ser asunto exclusivo de la ciencia. Tratar de ir mucho más allá de la enunciación de las condiciones generales antedichas, para demarcar *a priori* y en forma inequívoca el dominio de la determinación causal en todos los sectores de la ciencia, sería acercarse peligrosamente a los tradicionales procedimientos subjetivistas. La adecuación de las hipótesis científicas y filosóficas debe comprobarse *a posteriori*, aunque su adecuación probable pueda a veces precisarse de antemano.

Para aclarar y ejemplificar la noción del alcance causal de las leyes naturales, analizaremos a continuación en detalle una típica ley física que conoce todo estudiante de electricidad. Los pocos símbolos matemáticos elementales que aparecerán en la sección siguiente no deberán desalentar al lector poco versado en matemática, pues los describiremos en lenguaje corriente; por otra parte, puede prescindirse de ellos sin dejar de captarse el asunto en general. (Los signos matemáticos no reemplazan a los conceptos físicos, sino que aseguran su denotación clara, inequívoca y exacta.)

13.3. DELIMITACIÓN DEL DOMINIO CAUSAL DE UNA LEY PARTICULAR

13.3.1. *Planteamiento del problema*

Consideremos el sistema físico elemental constituido por un circuito eléctrico que alimenta una fuente de corriente continua, tal como una batería (véase fig. 34). Cuando se establece la conexión, comienza a circular una corriente eléctrica de intensidad i , la cual produce a su vez un campo magnético en torno del conductor. Las propiedades eléctricas pertinentes del alambre se

resumen en la constante R (resistencia) y las propiedades magnéticas generales del circuito se condensan en la constante L (autoinducción). Obsérvese que éste es el más simple de los circuitos eléctricos, pues R y L en realidad nunca se anulan del todo, aunque en casos extremos alguno de los dos, o bien ambos, puedan ser muy pequeños.

Haremos la suposición usual de que nuestro circuito está satisfactoriamente aislado de otros sistemas físicos, de modo que los antedichos parámetros (e , i , R y L) son los únicos pertinentes y son, por otra parte, independientes de las condiciones externas. O sea, estamos suponiendo que rige la enunciada condición II), relativa al aislamiento del proceso. Es casi innecesario advertir que aquí, como en todos los aspectos de la teoría científica, estamos ocupándonos de un *modelo ideal* de un objeto real y concreto: en rigor, estamos despreciando una serie de irregularidades y de perturbaciones externas, tales como pequeñas alteraciones en la fuerza electromotriz, pérdidas de corriente, variaciones en el campo magnético externo, fluctuaciones fortuitas de temperatura que afectan a e y R , etcétera.

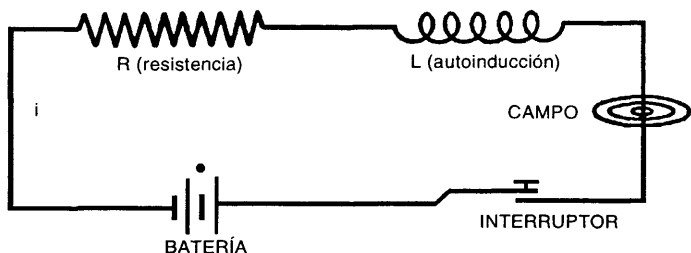


Fig. 34. La corriente i circula bajo la acción de una fuerza electromotriz constante e producida por una batería.

La ley que resume la interdependencia dinámica de las propiedades esenciales de nuestro sistema (representada cada una de ellas por un parámetro) es la siguiente: la suma de la fuerza electromotriz aplicada e y la fuerza electromotriz inducida e_i , (producida por el campo magnético) es igual a la caída de potencial Ri . O en símbolos,

$$e + e_i = Ri$$

mientras que la ley de la inducción expresa que

$$e_i = -L \frac{di}{dt}.$$

La sustitución del segundo enunciado en el primero nos da

$$e = L \frac{di}{dt} + Ri. \quad (I)$$

Nos sentiríamos tentados a primera vista de considerar este enunciado como una típica ley causal, según la cual la *causa* e (fuerza electromotriz aplicada) produce la corriente i (efecto). Pero examinando el asunto más a fondo veremos que esta interpretación causal de la ley (I) sólo es válida con respecto a un dominio limitado: a saber, cuando la corriente i ha alcanzado su valor final constante i_s (dado por la ley de Ohm, que es un caso particular de ley (I), pues rige cuando la corriente no varía). Antes de alcanzarse el estado estacionario, como después de que éste ha cesado, las conexiones reales entre las características pertinentes de nuestro

sistema *no* son estrictamente causales, según veremos a continuación.

13.3.2. Primera etapa del proceso: ciclo de determinantes

Tan pronto como se conecta la batería, el valor de la corriente aumenta continuamente desde cero hasta su valor estacionario constante final i_s (véase fig. 35); i no alcanza este valor i_s en forma abrupta: el efecto pleno no sigue de inmediato a la causa, simplemente porque en este caso el efecto i se *opone* a la causa, de modo que

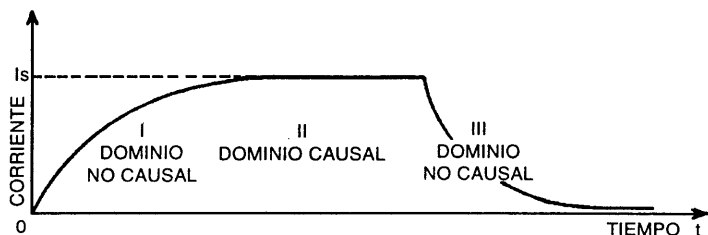


Fig. 35. La corriente en función del tiempo, en el circuito de la fig. 34. El aumento de corriente (sección I) comienza cuando se cierra la llave; la fuerza contraelectromotriz inducida por el campo magnético creciente se opone a la fuerza electromotriz aplicada. El estado estacionario (sección II) se alcanza una vez que ha cesado la reacción del campo sobre el circuito. La extinción de la corriente (sección III) corresponde al automovimiento de la corriente después de que se ha desconectado la fuerza electromotriz aplicada.

la antedicha condición III) es violada. En efecto, mientras la corriente aumenta ($di/dt > 0$), produce un campo magnético de intensidad creciente, que rodea la bobina y reacciona sobre la corriente que circula por ésta. El flujo magnético variable ϕ , debido a la corriente en

incremento, produce a su vez una fuerza electromotriz inducida

$$(e_i = - \frac{d\phi}{dt} = -L \frac{di}{dt} < 0),$$

que en este caso se opone a la fuerza electromotriz inducida. Esta fuerza electromotriz inducida en el conductor por el campo magnético creciente, es lo que impide a la corriente alcanzar el valor final i_s , sin retraso.

Este proceso es un ejemplo de retroacción negativa (natural) con un efecto total variable (véase fig. 36). Desde el punto de vista ontológico esta etapa del proce-

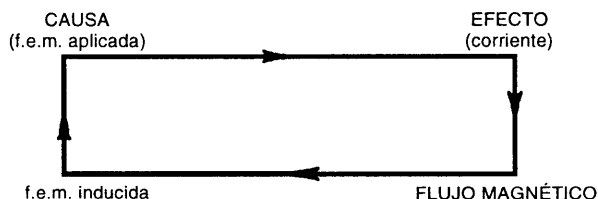


Fig. 36. Ciclo de determinantes en un circuito eléctrico simple mientras la corriente aumenta (etapa I). La conexión causal se produce cuando este ciclo degenera en un nexo directo causa-efecto (etapa II).

so ilustra el *ciclo de determinantes*, en el cual el nexo causa-efecto no es sino un aspecto o un momento de un arco más complejo de acciones recíprocas. En esta primera etapa de nuestro proceso, la categoría de la *interacción* es el determinante que domina.

13.3.3. Segunda etapa del proceso: nexa causal

La primera etapa pasa de modo continuo y asintótico a la segunda etapa, que es decididamente causal. En este segundo caso, la acción de la causa ya no es contrarrestada por su efecto: el flujo magnético producido por la corriente es ahora constante

$$\left(\frac{d\phi}{dt} = 0 \right),$$

de modo que el efecto no reacciona sobre la causa ($e_i = 0$). Estamos ahora ante un nexa causa-efecto lineal, unidireccional, resumido en la siguiente ley, que es un caso particular de la ley (I): la fuerza electromotriz aplicada (la causa) mantiene la corriente constante i (el efecto), que es proporcional a ella. La forma precisa de esta ley es

$$e = Ri_s \quad (\text{II})$$

El estado estacionario es, pues, el *dominio causal* del proceso de la conducción eléctrica en los metales; o bien, la ley especial (II) abarca el *dominio causal* de la ley más general (I). Esto no significa, empero, que el estado estacionario de la conducción eléctrica sea un proceso *enteramente* causal. Muy por el contrario, la teoría de la conducción electrónica en los sólidos —o sea, el estudio de los movimientos a nivel inferior que dan lugar a los procesos macroscópicos “regidos” por la ley macroscópica de Ohm (II)— indica que entran en juego varias categorías de determinación; entre ellas, la autodeterminación (inercia de electrones y campos), la interacción (acción recíproca entre los electrones, la red cristalina y las impurezas), la determinación esta-

dística (comportamiento colectivo del gas de electrones), etc. Sin embargo, estas categorías no causales están por último enmascaradas de tal modo que el movimiento promedio de los electrones “obedece” a una ley tan típicamente causal como la de Ohm, cuya naturaleza causal se pone sobre todo de manifiesto en la forma que le dio Drude, a saber,

$$E = \frac{1}{\sigma} j,$$

que es de tipo aristotélico. El automovimiento de los electrones vuelve a revelarse a muy bajas temperaturas, donde en lugar de la ley de Ohm-Drude rige la de London: $E = A \delta j / \delta t$, que explica la superconductividad y es de tipo newtoniano.

Sólo el *efecto neto* i_s está vinculado en la forma simple (II) a la causa e . Cuando decimos que la ley (II) que caracteriza a la conducción eléctrica en los metales a temperatura ordinaria es causal, queremos significar que lo es *en su propio nivel*, sin considerar para nada sus raíces en las leyes más complejas que caracterizan la conducción electrónica dentro de una estructura cristalina sujeta a un campo eléctrico aplicado desde el exterior. Aquí estamos, en suma, analizando el dominio causal de una ley determinada que pertenece a un nivel dado; nos ocupamos del componente causal de una ley en particular, y no de los aspectos causales de un suceso o de una sucesión de eventos, pues cada fenómeno en particular es el lugar común de todo un *conjunto* de leyes pertenecientes a diversos niveles (cf. 10.4.3).

13.3.4. Tercera etapa del proceso: autodeterminación

Volvámonos ahora a la tercera y última etapa de nuestro proceso. Cuando se desconecta la batería ($e = 0$), la

corriente no cesa de inmediato sino que se extingue de modo gradual, contradiciendo así la conocida máxima escolástica *Causa cessante cessat effectus*. El campo magnético asociado disminuye

$$\left(\frac{d\phi}{dt} < 0 \right)$$

produciendo una fuerza electromotriz inducida que actúa ahora en la dirección del campo electromagnético anteriormente aplicado (mientras la corriente decrece, o sea, mientras

$$di/dt < 0, e_i = -L \frac{di}{dt} > 0).$$

Esta fuerza electromotriz inducida es lo que mantiene la corriente i ; se trata de un típico posefecto, pues la causa e se ha desvanecido ya. La pauta de esta etapa del proceso es el siguiente caso particular de la ley (I):

$$0 = L \frac{di}{dt} + Ri \quad (\text{III})$$

Según la teoría del campo de Maxwell (que explica la teoría "fenomenológica" de los circuitos), en esta última etapa el componente causal se ha concentrado por entero en el campo magnético decreciente, que no constituye sin embargo una causa que actúa *desde afuera*, sino un determinante *intrínseco* de todo el sistema (del cual la bobina es sólo una parte). Pero desde el punto de vista de la teoría de los circuitos, el proceso de la extinción de una corriente eléctrica no tiene siquiera un componente causal, pues —al revés de las etapas I y II— en la etapa III ha dejado de actuar la causa (e). Desde el punto de vista ontológico esta etapa del proceso es dominada, en consecuencia, por la categoría del *automovimiento*, que caracteriza de modo predominan-

te o exclusivo a los procesos autodeterminados cuyo modelo ideal es el movimiento inercial.

Para resumir, en el proceso del establecimiento, mantenimiento y extinción de una corriente eléctrica en el más simple de los circuitos metálicos posibles, deben distinguirse tres etapas, cada una de las cuales está caracterizada por una categoría peculiar de determinación, a saber:

I) *El dominio de la acción recíproca (iniciación de la corriente)*. El efecto i aún no se ha desarrollado plenamente y reacciona a su vez sobre la causa e , al modo de una retroacción negativa. La ley diferencial de este proceso de acción recíproca es (I), y la correspondiente ley integral es

$$i = i_s (1 - e^{-(R/L)t}), \quad i_s = e / R.$$

A medida que pasa el tiempo, el efecto va reaccionando cada vez menos sobre la causa (o sea, que di/dt disminuye, y la correspondiente fuerza contraelectromotriz se extingue) hasta que por último la etapa causal llega a su pleno desarrollo.

II) *El dominio de la causación (estado estacionario)*. La causa e (constante) mantiene el efecto i_s (constante) de acuerdo con la ley de Ohm (II). Este estado estacionario dura hasta que, por uno u otro motivo, la batería es desconectada y el proceso entra en su última etapa.

III) *El dominio de la autodeterminación (extinción de la corriente)*. La causa ha desaparecido ($e = 0$); pero el efecto no se disipa en forma instantánea: va extinguiéndose de manera gradual, mantenido por el campo magnético decreciente. La ley diferencial de este proceso es (III); la ley integral correspondiente es

$$i = i_s e^{-(R/L)t}.$$

El antedicho ejemplo *no* pretende apoyar la tesis de que el dominio de *toda* ley natural se divida netamente en dominios no superpuestos, cada uno de los cuales esté dominado por una sola categoría de determinación: este aserto es decididamente falaz, como se comprenderá recordando los diversos tipos de ley examinados en los capítulos anteriores. Algunas leyes no tienen componente causal alguno (como ocurre con las clasificadoras, cinemáticas y de conservación), y otras tienen un componente causal que no se combina aditivamente con otras categorías de determinación. Lo que se desea apoyar con la consideración del antedicho circuito eléctrico es la tesis central de este libro, a saber, que la categoría de la causación es indispensable en ciencia; pero que, al igual que toda otra categoría de determinación, tiene un alcance limitado y, por otra parte, actúa en combinación con otras categorías de determinación. Confiamos también en que el precedente análisis haya demostrado que el ámbito causal —si alguno existe— de las leyes naturales no puede determinarse *a priori* y de una vez por todas para todos los tipos de leyes, sino que por el contrario debe provenir de detallados análisis (ontológicos) de leyes específicas.

13.4. ¿SOBREVIVIRÁ LA CAUSALIDAD?

13.4.1. *Una trampa verbal en la cual han caído filósofos del verbo*

¿Cuál será el futuro del principio causal? Según una concepción en boga, el dominio de la determinación causal continuará reduciéndose hasta que nada quede de él: se demostrará que todas las leyes de la naturaleza y de la sociedad son estadísticas y se comprobará

que el concepto de causación es un mito, un residuo del estadio pre-positivo de la humanidad. Russell⁵, entre otros, profetizó que “en una ciencia suficientemente avanzada, la palabra ‘causa’ no aparecerá en ningún enunciado de leyes invariables”. Hoy esto puede admitirse con facilidad, y no hay por qué esperar el futuro. Pero de ahí no se deduce que el concepto de causa pueda ser finalmente expulsado de la *filosofía*, por científica que ésta se vuelva. La *palabra* ‘causa’, que denota un concepto *genérico*, no tiene por qué aparecer explícitamente en ningún enunciado *científico particular*: el concepto de causa pertenece a la ontología, tal como los conceptos de cualidad, cambio, conexión, azar, etc., que reciben nombres específicos en cada capítulo de la ciencia. Toda ciencia se ocupa de cualidades, cambios, conexiones, tipos de azar, etc., particulares; y algunos cambios particulares responden a pautas causales aunque la *palabra* ‘causa’ no aparezca explícitamente en las reconstrucciones conceptuales de dichas pautas. El hecho de que la ciencia emplee cada vez menos la palabra ‘causa’, que pertenece al vocabulario filosófico, no puede considerarse como un signo de decrepitud del principio causal⁶. No deberíamos prestarnos a convertirnos en fáciles presas del lenguaje.

Asimismo, el hecho de que nuestras ideas filosóficas sobre la determinación parezcan llevar todas el sello de

⁵ Russell (1914), *Our Knowledge of the External World*, pág. 223.

⁶ Lalande (1929), *Les théories de l'induction et de l'expérimentation*, cap. IX, incurre en el mismo error de creer que un *concepto* no se emplea cuando la *palabra* que suele denotarlo no aparece: cree que el concepto de causa no interviene en la física teórica, pero que aún sigue apareciendo en la física experimental (como cuando el experimentador se pregunta cuál es la causa que impide el paso de una corriente). Lalande, como Russell, cree que el concepto de causación sólo aparece en disciplinas subdesarrolladas.

la causalidad no demuestra que ésta goce de buena salud. Si las examinamos más a fondo veremos que en este caso, como en tantos otros, no sólo nos engañamos con la supervivencia de teorías fósiles dentro de las cuales tratamos de encajar cada nuevo descubrimiento: también nos dejamos engañar por la forma verbal en que suelen formularse las ideas relativas a la determinación. Todos tendemos a expresar todo tipo de ideas sobre la determinación, así como todo tipo de explicación, en un *lenguaje* causal que a menudo deforma el significado que en realidad queremos transmitir. Así, por ejemplo, solemos abarcar los conceptos de origen, fundamento, motivo y hasta razón con la sola palabra 'causa'; y fácilmente confundimos la implicación lógica con la causación, y la consecuencia lógica con el efecto, confusión que el pensamiento occidental viene arrastrando desde el período clásico griego.

Apartémonos ahora de los problemas de lenguaje, pues ni la gradual desaparición en la *ciencia* de la *palabra* 'causa', ni la supervivencia de este concepto y de esta palabra en el lenguaje ordinario y filosófico son síntomas seguros de la evolución del *status* del principio causal. Como ésta es una cuestión fáctica, daremos una ojeada a la historia reciente de la ciencia.

13.4.2. Cómo ha terminado la mecánica cuántica por decepcionar a los acausalistas

La ciencia reciente no parece acarrear ni una ampliación ni una reducción progresiva del dominio de validez del principio causal. Lo que se advierte es un proceso intelectual complejo, confuso e impredecible en el cual a algunos fenómenos se los priva del carácter causal que antes se les había atribuido, mientras que a otros se los reconoce como poseedores de un aspecto

causal. Además, se muestra que algunos tipos no causales de determinación están vinculados de algún modo a la causación. La tendencia general discernible en la ciencia contemporánea con respecto al problema general del determinismo no es tanto un creciente apartamiento de la causalidad como una *progresiva diversificación de los tipos de determinación*, con los cambios consiguientes en el significado y el alcance del principio causal.

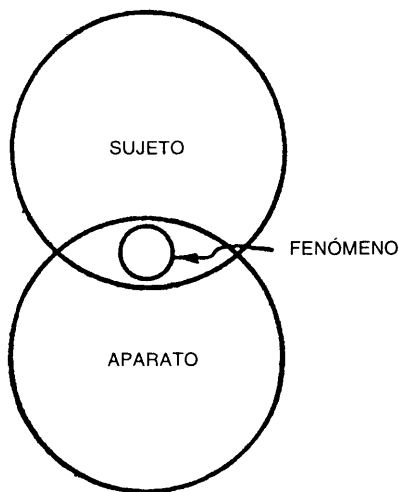


Fig. 37. La relación sujeto-objeto en la interpretación usual de la mecánica cuántica: ambos constituyen una unidad inanalizable, en el medio de la cual se produce el fenómeno (siempre que el experimentador se digne conjurarlo).

El caso de la mecánica cuántica es muy edificante. Hasta hace poco tiempo, la mayor parte de los hombres de ciencia y de los filósofos de la ciencia creían que la mecánica cuántica había asestado a la causalidad un

golpe mortal, al revelar que los fenómenos cuánticos son intrínsecamente fortuitos y por ello sólo predictibles de manera estadística. Más exactamente, como dijo Heisenberg, “la partición del mundo en un sistema observador y otro observado impide una formulación terminante de la ley de causa y efecto”⁷. Tal partición se cumple en todo experimento, y la posición del corte (*Schnitt*) es arbitraria pues depende de la decisión del experimentador. Aunque se supusiera que la causalidad rige a ambos lados de la partición (como a veces se ha supuesto), tal hipótesis no podría confirmarse empíricamente pues lo que observamos es algo que reside precisamente *en* el corte, y el comportamiento de esta región no está “regido” por leyes causales sino por las de la teoría cuántica, consideradas (erróneamente) por completo no causales. En otras palabras, los fenómenos cuánticos —de acuerdo con la interpretación ortodoxa de la teoría— están situados en la intersección del observador y de sus dispositivos de observación (véase fig. 37); además, es al observador a quien se atribuye aquí el papel activo. Mientras se negó de este modo al objeto físico una existencia autónoma, mientras las leyes naturales no fueron consideradas como pautas objetivas sino que su significado fue confundido con el modo de su verificación, era fácil dejar alegremente de lado la causación física. Por ello no sorprende que hace pocos años uno de los fundadores de la teoría⁸ pudiese profetizar que eran de esperarse más *desviaciones de la*

⁷ Heisenberg (1930), *The Physical Principles of the Quantum Theory*, pág. 58.

⁸ Werner Heisenberg, “50 Jahre Quantentheorie”, *Die Naturwissenschaften*, 38, 49 (1951). Cf. también la colaboración de W. Pauli en *Louis de Broglie, physicien et penseur*, A. George (compil.), (1953), pág. 42

causalidad en el dominio de las llamadas partículas elementales. Según Heisenberg acaso ni siquiera el principio de antecendencia se salve en el próximo paso hacia el indeterminismo. Y el conocido autor de una "teoría general de la predicción" llegó hasta el punto de formular la audaz profecía de que toda teoría cuántica futura será esencialmente indeterminista y subjetivista (y lo primero, a consecuencia de lo segundo).

Pero las profecías que no se fundan en leyes son nada más que eso: profecías, no predicciones científicas (cf. cap. 12). Las mencionadas profecías sobre la progresiva contracción del dominio de la causalidad no llegaron a cumplirse: un año después del artículo de Heisenberg, Bohm⁹ publicó su célebre reinterpretación de la mecánica cuántica elemental, basada en la vieja idea de la onda piloto de De Broglie¹⁰. En esta interpretación, que es hasta ahora empíricamente equivalente a la usual, se concibe que el objeto existe autónomo aunque en fuerte interacción con su ambiente macroscópico (que puede incluir dispositivos de medición, pero no la mente del experimentador). Las variables usuales de la mecánica cuántica (los "observables") son asignadas a la zona de superposición del objeto y el aparato; pero el comportamiento del objeto mismo es descrito en términos de nuevas variables, los llamados parámetros ocultos, que no están sometidos a ninguna relación de incertidumbre (véase fig. 38). El principio de incertidumbre de Heisenberg no es considerado como una limitación inherente de la precisión, sino como una limi-

⁹ David Bohm, "A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of Hidden Variables", *Physical Review*, 85, 166; 85, 180 (1952).

¹⁰ De Broglie (1953), *La physique quantique, restera-t-elle indéterministe?*

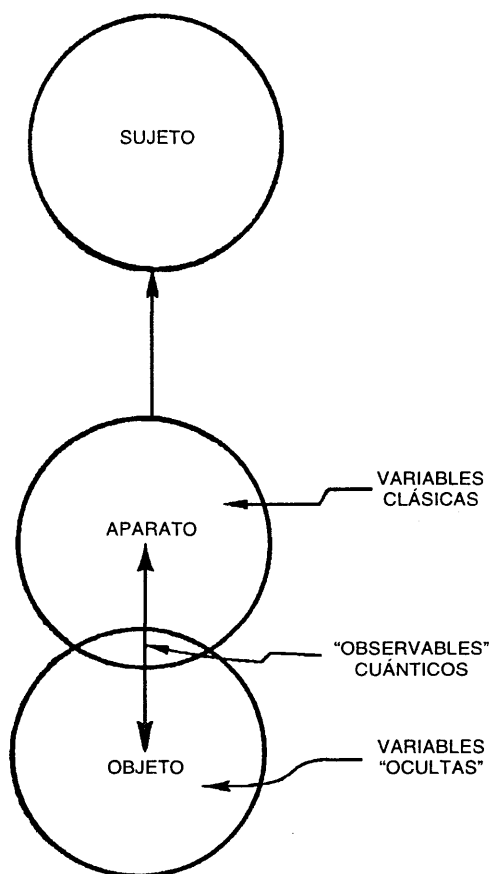


Fig. 38. La relación sujeto-objeto en la interpretación causal de la mecánica cuántica: dos sistemas físicos (O y A), exteriores al observador, interactúan sin que éste conjure los fenómenos de la nada, pero teniendo en cambio la posibilidad de controlarlos estadísticamente.

tación técnica que procede de la interacción objetiva objeto aparato, cuya intensidad debiera ser en principio calculable con la ayuda de una teoría más detallada. Además, la interpretación de De Broglie-Bohm brinda una explicación causal de las fluctuaciones mecánicas cuánticas de las trayectorias de las “partículas” de escala atómica, variaciones que antes se consideraban inherentemente fortuitas y por ello individualmente impredecibles en principio. La ecuación newtoniana del movimiento se restablece en una forma generalizada y nos permite en principio predecir con exactitud la trayectoria de la “partícula”; además de la fuerza externa ordinaria, aparece en la fórmula de aceleración¹¹ una fuerza nueva, interior, dependiente del campo ψ , y esta fuerza cuántica explica las desviaciones respecto de las trayectorias clásicas (véase la fig. 39).

¿Quién hubiera esperado semejante revaluación de la categoría causal, que parecía haber sido excluida para siempre del nivel cuántico? Sólo unos pocos incrédulos con respecto al progreso lineal y a las teorías completas. La moraleja de esta pequeña historia (que ha producido una profunda desmoralización y confusión en el campo acausalista) parece muy sencilla y hasta conocida de antiguo: “¡Cuidaos de profetizar en detalle el futuro curso de la ciencia a lo largo de otro

¹¹ En el caso de una “partícula” de Schroedinger, sometida a la fuerza externa f_e , la nueva ecuación del movimiento es la siguiente:

$$md^2x/dt^2 = f_e + f_i,$$

donde x denota la coordenada de posición real (“oculta”) y f_i simboliza la fuerza interna, que depende de la posición de la “partícula” dentro de su propio campo ψ .

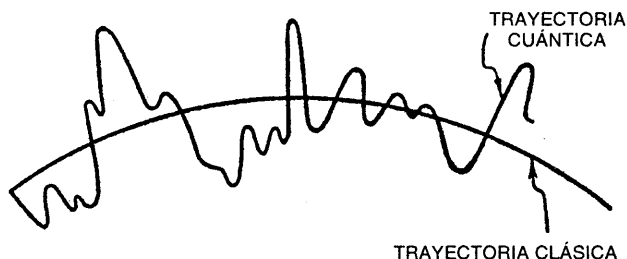


Fig. 39. La trayectoria clásica de una partícula es determinada por la inercia y por la fuerza impresa eternamente. La trayectoria cuántica es determinada, además, por una fuerza interna que depende del campo ψ .

camino que no sea el de un constante enriquecimiento de datos y de conceptos!”

El futuro del principio causal no parece más incierto que el de ningún otro principio particular de determinación subsumido en nuestro principio general de determinación (cf. 1.5.3). Todos ellos parecen *ahora* indispensables y son acaso insuficientes, pero la mejor política es no apostar por ninguno de ellos.

13.5. CONCLUSIONES GENERALES

El efecto neto de la crítica nihilista de la causalidad fue alentar el fortuitismo y su socio gnoseológico el irracionalismo. En cambio el propósito de la presente obra es demostrar que, al igual que todas las demás categorías de determinación, la causación tiene una jurisdicción limitada; que el principio causal ocupa un lugar en el contexto más amplio del determinismo general; y que los fracasos del principio causal en ciertos dominios no implican el fracaso del determinismo *lato sensu*, ni la quiebra del entendimiento racional.

La comprensión del alcance limitado del principio causal no brinda apoyo ni al escepticismo ni al irracionalismo: todo fracaso de la causalidad *stricto sensu* puede considerarse como la victoria de otros principios de determinación y simplemente señala la quiebra de ontologías anticuadas que son demasiado estrechas para acomodar la ilimitada riqueza de la realidad, tal como progresivamente la van revelando las ciencias. Lo que en la ciencia contemporánea ha pasado a ocupar el lugar de predominio que en un tiempo correspondía al principio causal, es el principio más amplio de *determinación* o de producción legal. Los dos componentes de este principio, en el cual se subsume la ley general de la causación, son el principio genético (*Nada surge de la nada ni se convierte en la nada*) y el principio de legalidad (*Nada ocurre en forma incondicional, arbitraria, ilegal*). El principio de determinación sólo afirma que la realidad no es un agregado caótico de sucesos aislados, incondicionados, arbitrarios, que saltan aquí y allá sin conexión alguna con ninguna otra cosa; expresa que los sucesos se producen y condicionan en formas definidas, aunque no necesariamente de manera causal; y que las cosas, sus propiedades y los cambios de las propiedades revelan pautas intrínsecas precisas (leyes objetivas) que son invariantes en ciertos aspectos.

El principio de determinación, confundido a menudo con la ley de causación, es el fundamento común de todas las formas de determinismo científico (del cual se excluye el fatalismo, por implicar elementos sobrenaturales que violan el principio genético). Reducir la determinación al determinismo causal revela tener una opinión muy pobre de los recursos de la naturaleza y de la cultura, o bien una opinión demasiado elevada de las teorías filosóficas. Quienes asignan a la causalidad la

posesión exclusiva de las características que en rigor comparten todos los tipos de determinismo científico, o bien son incapaces de resistir los ataques del indeterminismo y el irracionalismo o —en la medida en que consiguen defenderse— revisten por inadvertencia los tipos no causales de determinación con el lenguaje causal.

Si hay algo de verdad en cuanto se ha dicho en este libro, la actitud adecuada frente al problema causal puede resumirse en las siguientes reglas: *a)* Emplear la categoría de la causación siempre que sea lícito, sin temer las acusaciones de fetichismo, mecanicismo y otras hierbas; *b)* reconocer el carácter limitado de las hipótesis causales; *c)* dar lugar a otras categorías de la determinación allí donde éstas puedan contribuir a una explicación más cabal del ser y el devenir; y *d)* abstenerse de llamar 'causales' a todas aquellas categorías que, como la autodeterminación, la acción recíproca, etc., desbordan evidentemente la causalidad y pertenecen en cambio al determinismo general.

Según Descartes¹², la ciencia perfecta es el conocimiento preciso de los efectos por sus causas, es decir, la deducción o explicación de los efectos (observados) a partir de sus (supuestas) causas. Esta norma peripatética puede seguir considerándose como el paradigma de la ciencia; pero, por más paradójico que resulte, con las siguientes condiciones esenciales: *a)* el *vínculo* entre causas y efectos no tiene por qué ser siempre causal (o sea, unívoco, asimétrico, constante, externo, etc.); *b)* nada certifica la presunción de que hemos de alcanzar siempre un conocimiento superior al *hipotético* (pero perfectible) de las causas, los efectos, y sus nexos (sean

¹² Descartes (1644), *Principios de Filosofía*, primera parte, 24.

o no causales). El principio causal refleja o reconstruye sólo algunos aspectos de la determinación. La realidad es demasiado rica para poder comprimirse de una vez para siempre en un marco de categorías elaborado en una etapa inicial del conocimiento humano y que por tanto no puede dar cuenta de la totalidad de los tipos de determinación cuyo número va siendo incrementado por la investigación científica y por la reflexión filosófica sobre ésta.

Lo que hemos rechazado en este libro no es el principio de causación, sino su extrapolación ilimitada, tal como se expresa en la doctrina del causalismo o determinismo causal, que es una versión primitiva, tosca y unilateral de lo que nos hemos tomado la libertad de denominar *determinismo general*. A modo de comparación, podemos decir que el determinismo causal es una aproximación al determinismo general por el estilo de la óptica geométrica. O bien, si se prefiere una metáfora matemática, la determinación es un vector en un espacio de un número grande, aún desconocido de dimensiones, donde la determinación causal no es más que uno de los componentes o proyecciones.

El principio causal, en suma, no es ni una panacea ni un mito: es una hipótesis general subsumida en el principio universal de determinación y que tiene una validez aproximada en su propio dominio.

Bibliografía

Esta bibliografía no es una guía de la literatura —enormemente rica— sobre el problema de la causalidad: es tan sólo una lista de los libros citados en el texto. Los libros que se consideran especialmente pertinentes a los problemas que se abordan en esta obra están marcados con un asterisco.

Abro, A. d., * *The Decline of Mechanism in Modern Physics*, Nueva York, Van Nostrand, 1939; [existe una edición económica de Dover].

—* *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, Paul Arthur Schilps, ed., Evanston, Ill.: Library of Living Philosophers, 1949.

Alembert, Jean [Le Rond] d', *Traité de dynamique* (1743); París, Gauthier-Villars, 1921, 2 vols.

Amadou, Robert, *L'occultisme: Esquisse d'un monde vivant*, París, Julliard, 1950.

Ampère, André Marie, *Essai sur la philosophie des sciences*, París, Bachelier, 1834 y 1843, 2 vols.

—*Anthropology Today*, A. Kroeber (compil.), Chicago, University of Chicago Press, 1953.

Aquino, Tomás de, * *Summa theologiae* (c. 1272). Londres, Burns Oates & Washbourne, s. d., 24 Vols.

—*Suma contra los gentiles* (c. 1260), Buenos Aires, Club de los Lectores, 1951, 4 vols.

—*Introduction to*, selecciones compiladas por A. C. Pegis, Nueva York, Modern Library, 1948.

- Aristóteles, * "Physics", en *Works*, ed. por W. D. Ross, Oxford, Clarendon Press, 1930, vol. II.
—**Metaphysics*, Londres, Heinemann; Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1947, Loeb Classical Library, 2 vols.
—"Organon", en *Works*, ed. por W. D. Ross, Oxford, Clarendon Press, 1921, vol. X,
- Ashby, William Ross, *An Introduction to Cybernetics*, Nueva York, Wiley, 1956.
- Ayer, Alfred Jules, * *Language, Truth and Logic* (1936), Londres, Victor Gollancz, 2a ed., 1946; [hay una edición económica de Dover].
—*The Foundations of Empirical Knowledge*, 1950; Londres, Macmillan, 1951.
—*Philosophical Essays*, Londres, Macmillan, 1954.
- Bacon, Francis, *Works*, ed. por J. Spedding, R. L. Ellis y D. N. Heath, Londres, Longmans, 1857-1874, 14 vols.
—*The Philosophical Works of Francis Bacon*, ed. por J. M. Robertson, Londres, Routledge, 1905.
- Bailey Cyril, *The Greek Atomists and Epicurus*, Oxford, Clarendon Press, 1928.
—*A Source Book in Physics*, William Francis Magie (compil.), Nueva York y Londres, McGraw-Hill, 1935.
- Bercson, Henri, *Essai sur les donnees immédiates de la conscience* (1888), París, Presses Universitaires de France, 1948.
—* *L'évolution créatrice* (1907), París, Presses Universitaires de France, 1948.
- Berkeley, George, *Works*, ed. por A. C. Fraser, Oxford: Clarendon Press, 1901, 4 vols.
- Bernal, John D., * *The Freedom of Necessity*, Londres, Routledge & Kegan Paul, 1949.
- Bernard, Claude, * *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale* (1865), 2a. ed., París: Charles Delagrave, 1903. [Trad. esp., Buenos Aires, Losada, 1944.]

- Boole, George, *Studies in Logic and Probability*, Londres, Watts, 1952.
- Borel, Émile, *Le hasard* (1914), París, Presses Universitaires de France, 1948.
- Born, Max, * *Natural Philosophy of Cause and Chance* (1949), Oxford, Clarendon Press, 2a. ed., 1951.
- Boutroux Émile, * *De la contingence des lois de la nature* (1874), París, Alcan, 1898.
- **De l'idée de loi naturelle* (1895), París, Vrin, 1950.
- Braithwaite, Richard Bevan, * *Scientific Explanation*, Cambridge, Cambridge University Press, 1953.
- Bridgman, P. W., * *The Logic of Modern Physics* (1927), Nueva York, Macmillan, 1948.
- Broglie, Louis de, * *La physique quantique, restera-t-elle indéterministe?*, París, Gauthier-Villars, 1953.
- Bruno, Giordano, *Opere italiane*, ed. por G. Gentile, Bari, Laterza, 1925, 1927, 2 vols.
- Brunschvigg, León, * *L'expérience humaine et la causalité physique* (1922), París, Presses Universitaires de France, 1949.
- Bunge, Mario, * *Metascientific Queries*, Springfield, III, Charles C. Thomas, 1959.
- Burt, E. A., *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science* (1932), Londres, Routledge & Kegan Paul, 1950, ed. revisada.
- Campbell, Norman, * *What is Science?* (1921), Nueva York, Dover, 1952.
- Carnap, Rudolf, * *Physikalische Begriffsbildung*, Karlsruhe, Braun, 1926.
- “Foundations of Logic and Mathematics”, en *International Encyclopedia of Unified Science*, Chicago, University of Chicago Press, 1939, vol. I, NY 3. [Trad. esp.: *Fundamentos de la lógica y de la matemática*, Buenos Aires, Editorial Universitaria de Buenos Aires, de próxima aparición.]

- Logical Foundations of Probability* (1950), Londres, Routledge & Kegan Paul, 1951.
- [Carnot, Lazare N. M.] *Oeuvres mathématiques du Citoyen Carnot*, Basel, Decker, 1797.
- Cassirer, Ernst, * "Determinismus und Indeterminismus in der modernen Physik", Göteborg, Elanders (1937), vol. XLII, N° 3, del *Göteborgs Högskolas Arskrift*, 1936.
- Cicerón, * *De fato [Sobre el destino]*, Cambridge, Harvard University Press, 1942, Loeb Classical Library.
- Clymer, R. Swinburne, *A Compendium of Occult Law*, Quakertown, Pa., Philosophical Publishing Co., 1938.
- Cohen, Morris R. y Nagel, Ernest, * *An Introduction to Logic and Scientific Method*, Nueva York, Harcourt, Brace, 1934.
- Comte, Auguste, * *Cours de philosophie positive* (1830), París, Costes, 1934, 6 vols.
- Conrad J. y otros. *Handwörterbuch der Staatswissenschaften*, Jena, Fischer, 3a. ed., 1909-1911, 8 vols.
- Cournot, Antoine-Augustin, * *Exposition de la théorie des chances et des probabilités*, París, 1843.
- Traité de l'enchaînement des idées fondamentales dans les sciences et dans l'histoire*, París, Hachette, 1861, 2 vols. [Trad. esp., Buenos Aires, Espasa-Calpe, 1946.]
- Childe, V. Gordon, *History*, Londres, Cobbet Press, 1947.
- Darwin, Charles, * *The Origin of Species* (1859-1872), Londres, Oxford University Press, 1951.
- Descartes, René, *Oeuvres*, ed. por V. Cousin, París, Levrault, 1824-1826, 10 vols. En la edición nacional de C. Adarns y P. Tannery, París, 1897-1913, 14 vols., las obras latinas no figuran traducidas.
- Destouches, Jean-Louis, *La mécanique ondulatoire*, París, Presses Universitaires de France, 1948.

- Diderot, Denis, *Oeuvres*, ed. por A. Billy, París, N. R. F., Bibliotheque de la Pléiade, 1951.
- Die Kultur der Gegenwart, Physik*, Paul Hinneberg (compil.), Leipzig y Berlín, Teubner, 1915.
- Dirac, P. A. M., *The Principles of Quantum Mechanics*, Oxford, Clarendon Press, 3a ed., 1947.
- Duhem, Pierre, * *La théorie physique: son objet et sa structure* (1906), París, Rivière, 2a ed., 1914.
- Essai sur la notion de théorie physique*, París, Hermann, 1908; reproducido de los *Annales de philosophie chrétienne*.
- Le système du monde*, París, Hermann, 1913-1917, 5 vols.
- Eddington, Arthur S., * *The Philosophy of Physical Science*, Cambridge, Cambridge University Press, 1939.
- Emerson, Ralph Waldo, *Works*, Londres, Routledge, 1903.
- Engels, Friedrich, * *Anti-Duhring* (1878), Londres, Lawrence & Wishart, 1955.
- * *Dialectics of Nature* (1872-1882), Londres, Lawrence & Wishart, 1940. [Trad. esp.: *Dialéctica de la naturaleza*, Buenos Aires, Problemas, 1947.]
- Enriques, F[ederigo], * *Causalité et déterminisme dans la philosophie et l'histoire des sciences*, París, Hermann, 1941.
- Feuerbach, Ludwig, *Zur Kritik der Hegelschen Philosophie* (1839), Berlín, Aufbau Verlag, 1955.
- Fourier, [J. B. J.], *Oeuvres*, ed. por G. Darboux, París, Gauthier-Villars, 1888.
- Frank, Philipp, * *Modern Science and its Philosophy*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1949.
- * *Le principe de causalité et ses limites*, París: Flammarion, 1937, de *Das Kausalgesetz und seine Grenzen*, Viena, Springer, 1932.

- *“Foundations of Physics”, en *International Encyclopedia of Unified Science*, Chicago, University of Chicago Press, 1946, Vol I, N° 7
- Frankfort, H. y H A., Wilson, J. A. y Jacobsen, T., *Before Philosophy: The Intellectual Adventure of Ancient Man* (1946), Londres, Penguin, 1949. [Trad. esp.: *El pensamiento prefilosófico*, México, Fondo de Cultura Económica, 1958, 2 vols.]
- Galileo Galilei, * *Opere*, edizione nazionale, Florencia, 1890-1909, 20 vols. Cf. también la selección de F. Flora, titulada *Opere*, Milán y Nápoles, Ricciardi s. d.
- Gardiner, Patrick, * *The Nature of Historical Explanation*, Londres, Oxford University Press, 1952.
- Gilson, Étienne, *La philosophie au moyen age*, París, Payot, 2a. ed., 1952.
- The Spirit of Mediaeval Philosophy*, Nueva York, Scribner, 1940.
- Gorce M. y Bergounioux, F., *Science moderne et philosophie médiévale*, París, Alcan, 1938.
- Handbuch der Physik*, H. Geiger y K. Scheel (compils.), Berlín, Springer, 1926 y sigs., 23 vols.: especialmente el vol. IV, que contiene * *Ziele und Wege der physikalischen Erkenntnis* (1929), de Hans Reichenbach.
- Hartmann, Nicolai, * *Neue Wege der Ontologie*, Stuttgart, Kohlhammer Verlag, ea. ed., 1949. [Trad. esp.: *La nueva ontología*, Buenos Aires, Ed. Sudamericana, 1954.]
- Einführung in die Philosophie* (1949), Osnabrück: Luise Hanckel, 3a. ed., 1954.
- Hegel [Georg Wilhelm Friedrich], * *Science of Logic*, (1812, 1816), Londres, Allen & Unwin; Nueva York, Macmillan, 1929, 2 vols. [Trad. esp.: *Ciencia de la lógica*, Buenos Aires, Hachette, 1956, 2 vols.]

- * *Enzyklopädie der Philosophischen Wissenschaften im Grundrisse*, ed. por K. Rosenkranz, Berlín, Heimann, 1870. [Trad. esp.: *Lógica*, Madrid: Biblioteca Económica Filosófica, 1892, 4 vols.]
- * *Selections*, ed. por J. Loewenberg, Nueva York, Scribner, 1929.
- Heidegger, Martin, *Was ist Metaphysik?* (1929), Frankfurt, Vittorio Klostermann, 2a. ed., s. d.
- Heisenberg, Werner, * *The Physical Principles of the Quantum Theory*, Chicago, University of Chicago Press, 1930.
- Heitler W[alter], *The Quantum Theory of Radiation*, Oxford, Clarendon Press, 3a ed., 1954.
- Helmholtz, Hermann, *Über die Erhaltung der Kraft* (1847), Leipzig, Engelmann, 2a. ed., 1889, Ostwald's Klassiker der Exakten Naturwissenschaften.
- Helvetius, *Oeuvres complètes*, París, Durand, 1776, 4 vols.; contiene también el *Système de la nature* de d'Holbach.
- Hertz, Heinrich, *The Principles of Mechanics*, Nueva York, Dover, 1956.
- Hilbert, David, y Ackermann, W., *Principles of Mathematical Logic*, ed. por R. E. Luce (1938), Nueva York, Chelsea, 1950.
- Hiriyanna, M., *The Essentials of Indian Philosophy*, Londres, Allen & Unwin. 1949.
- Hobbes, Thomas, *Selections*, ed. por F. J. E. Woodbridge, Nueva York, Scribner, 1930.
- Hoyle, Fred, *The Nature of the Universe*, Londres, Blackwell, 1952.
- Hume, David, * *A Treatise of Human Nature* (1739-1740), Londres, Dent; Nueva York, Dutton, 1911, Everyman's Library, 2 vols.
- * "An Enquiry Concerning Human Understanding" (1748), incluido en *Theory of Knowledge*, ed.

- por D. C. Yalden-Thomson, Edimburgo, Nelson, 1951. [Trad. esp.: *Investigación sobre el entendimiento humano*, Buenos Aires, Losada, 1945.]
- Hutten, Ernest H., * *The Language of Modern Physics*, Londres, Allen & Unwin; Nueva York, Macmillan. 1956.
- Inge, William Ralph, *The Philosophy of Plotinus* (1928), Londres, Longmans, Green, 3a. ed., 1949, 2 vols.
- International Union for the Philosophy of Science, *Proceedings of the Second International Congress*, Neuchatel, Editions du Griffon, 1955, 5 vols.
- Jacobs, Melville y Stern, Bernhard J., *General Anthropology* (1947), Nueva York, Barnes & Noble, 2a. ed., 1952.
- James, William, *Pragmatism* (1907), Nueva York, Meridian, 1955.
- * *Some Problems of Philosophy* (1911), Londres, Longmans, Green, 1940. [Trad. esp.: *Problemas de la filosofía*, Tucumán, Yerba Buena, 1943.]
- Jefreys, Harold, *Theory of Probability*, Oxford, Clarendon Press, 2a. ed., 1948.
- Jordan, Pascual, *Physics of the 20th Century*, Nueva York, Philosophical Library. 1944.
- Kant Immanuel, *Kritik der reinen Vernunft* (A, 1781, B, 1787), Hamburgo, Meiner, 1952.
- Langer, Susanne K., *An Introduction to Symbolic Logic*, Nueva York, Dover, 2a. ed., 1953.
- Laplace, Pierre Simon, * *Essai philosophique sur les probabilités* (1814), París, Gauthier-Villars, 1921, 2 vols.
- Le Chatelier, Henri, *De la méthode dans les sciences expérimentales* (1936). París, Dunod, 2a. ed. 1947.
- Le Dantec, Félix, * *Les lois naturelles*, París, Alcan, 1904.

Leibniz [Gottfried Wilhelm von], *Nouveaux essais sur l'entendement humain*, (1703), París, Flammarion, s. d.

—*Principes de la nature et de la grace fondees en raison* (1714), ed. por A. Robinet, París, Presses Universitaires de France, 1954.

—* *Philosophical Papers and Letters*, ed. por L. E. Loemker, Chicago, University of Chicago Press, 1956, 2 vols.

Lenzen, Victor F., "Procedures of Empirical Science", en *International Encyclopedia of Unified Science* (Chicago: University of Chicago Press, 1938), vol. I. N° 5. [Trad. esp.: *Procedimientos de las ciencias empíricas*, Buenos Aires, Eudeba, próxima aparición.]

—* *Causality in Natural Science*, Springfield, III., Charles C. Thomas, 1954.

—*Les théories de l'induction et de l'expérimentation*, París, Boivin, 1929, dirigido por André Lalande. [Trad. esp.: *Las teorías de la inducción y de la experimentación*, Buenos Aires, Losada, 1944.]

Leonardo, *Notebooks*, ed. por E. Mac Curdy, Nueva York: Braziler, 1955.

Lévy-Bruhl, Lucien, *Les fonctions mentales dans les sociétés inférieures*, París, Alcan, 1910

—*La mentalité primitive*, París, Alcan, 1922.

Lindsay, Robert B., *Introduction to Physical Statistics*, Nueva York, Wiley, 1941.

Locke, John, * *An Essay Concerning Human Understanding* (1690), Londres, Routledge; Nueva York, Dutton, s. d. [Trad. esp.: *Ensayo sobre el entendimiento humano*, México, Fondo de Cultura Económica, 1956.]

—* *Louis de Broglie, physicien et penseur*, André George (compil.), París, Albin Michell 1953.

- Lovejoy, Arthur O., *The Great Chain of Being* (1936), Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1953.
- Lucretius, *On the Nature of Things*, Londres, Dent; Nueva York, Dutton, 1921, Everyman's Library.
- MacIver, R. M., *Social Causation*, Boston, Ginn, 1942. [Trad. esp.: *Causación social*, México, Fondo de Cultura Económica, 1949.]
- Mach, Ernst, *Die Geschichte und die Wurzel des Satzes von der Erhaltung der Arbeit* (1872), Leipzig: Barth, 2a. ed., 1909.
- Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*, La Salle, III., y Londres, Open Court, 1942.
- Die Principien der Wärmelehre* (1896), Leipzig, Barth, 2a. ed., 1900.
- Erkenntnis und Irrtum*, Leipzig, Barth, 1905. [Trad. esp.: *Conocimiento y error*, Buenos Aires, Espasa-Calpe, 1948.]
- [Machavelli, Niccoló], *Obras políticas de Nicolás Maquiavelo*, Buenos Aires Poseidón, 1943.
- Selections from Medieval Philosophers*, Richard McKeon (compil.), Nueva York, Scribner, 1929, 2 vols.
- Malebranche [Nicolás], * *Entretiens sur la metaphysique* (1688), ed. por A. Cuvillier, Paris, Vrin, 1948, 2 vols.
- Margenau, Henry, * *The Nature of Physical Reality*, Nueva York, McGraw-Hill, 1950.
- Marx, Karl, y Engels, Friedrich, * *Selected Works*, Londres, Lawrence & Wishart, 1950, 2 vols.
- Correspondence* (1846-1895), Londres, Lawrence & Wishart, 1936. [Trad. esp.: Buenos Aires, Problemas, 1947.]
- Maxwell, James Clerk, *A Treatise on Electricity and Magnetism* (1873), Oxford, Oxford University Press, 3a. ed., 1937, 2 vols.

- **Matter and Motion* (1877), Nueva York, Dover, s. d.
- Mc Williams, James A., S. J., *Physic and Philosophy, A Study of Saint Thomas' Commentary on the Eight Books of Aristotle's Physics*, Washington, American Catholic Philosophical Association, 1945.
- Meyerson, Emile, **Identité et réalité*, París, Alcan, 1908.
- * *De l'explication dans les sciences*, París, Payot, 1921, 2 vols.
- * *Du cheminement de la pensée*, París, Alcan, 1931, 3 vols.
- Essais*, París, Vrin, 1936.
- Mill, John Stuart, * *A System of Logic* (1843, 1875), Londres, Longmans, Green 1952.
- * *An Examination of Sir William Hamilton's Philosophy* (1865), Nueva York, Holt, 1873, 2 vols.
- Mises, Richard von, * *Positivism: A Study in Human Understanding*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1951; trad. del *Kleines Lehrbuch des Positivismus* (1939).
- Nagel, Ernest, *Logic Without Metaphysics*, Glencoe, III., The Free Press, 1956
- * *Nature des problemes en philosophie* (Entretiens d'été, Lund, 947). Bayer, Raymond (compil.), (París, Hermann, 1949), Actualités Scientifiques et Industrielles, N° 1077.
- Neumann, Johann von, *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*, Berlín Springer, 1932; Nueva York, Dover, 1943.
- Newton, Isaac, * *Mathematical Principles of Natural Philosophy* (1687), ed. por F. Cajori, Berkeley, University of California Press, 1947.
- Nigris, Leone G. B., *Crisi nella scienza*, Milán, Soc. Ed. Vita e Pensiero, 1939.

- Northrop, F. S. C., * *The Logic of the Sciences and the Humanities*, Nueva York, Macmillan, 1947.
- Ostwald, Wilhelm, * *Grundriss der Naturphilosophie*, Leipzig, Raclam, 1908.
- Pauli, W., Rosenfeld, L. y Wiskopf, V., *Niels Bohr and the Development of Physics*, London, Pergamon, 1955.
- Pearson, Karl, * *The Grammar of Science* (1892), Londres, Adam and Charla Black, 3a. ed., 1911.
- Peirce Charles S., * *Philosophical Writings*, ed. por J. Buchler, Nueva York, Dover, 1955.
- Petzold, Joseph, * *Das Weltproblem von positivistischen Standpunkte aus*, Leipzig, Teubner, 1906.
- Plance Max, *Introduction to Theoretical Physics*, Londres, Macmillan, 1932, 5 vols. especialmente el vol. V.
- * *Where is Science Going?*, Londres, Allen & Unwin, 1933. [Trad. esp.: *¿Adónde va la ciencia?*, Buenos Aires, Losada, 1947.]
- * *The Philosophy of Physics*, Londres, Allen & Unwin, 1936.
- * *Vortrage und Erinnerungen*, 5a ed., Stuttgart, Hirzel, 5a. ed. 1949.
- Platón, * *Dialogues*, Nueva York, Random House 1937, 2 vols.
- Pohlenz, Max, *Die Stoa*, Cottingen, Vandenhoeck & Ruprecht, 1948, 2 vols.
- Poincaré, Henri, *Thermodynamique* (1908), París, Gauthier-Villars, 2a ed., 1923.
- * *Calcul des probabilités*, París, Gauthier-Villars, 2a. ed., 1912.
- Popper, Karl R., * *The Open Society and its Enemies*, Princeton, Princeton University Press, 1950, ed. revisada. [Trad. esp.: *La sociedad abierta y sus enemigos*, Buenos Aires, Paidós, 1957.]

- [Pseudo-] Dionysius the Areopagite, *The Mystical Theology and The Celestial Hierarchies* (siglo VI), Londres, Shrine of Wisdom, 1949.
- Radhakrishnan, S., *Indian Philosophy*, Londres, Allen & Unwin, 1934, 2 vols.
- Ranzoli, *Dizionario di science filosofiche*, Milán, Hoepli, 3a. ed., 1926.
- Rapoport, Anatol, *Operational Philosophy*, Nueva York, Harper, 1954.
- * *Readings in the Philosophy of Science*, Herbert Feigl y May Brodbeck (compils.), Nueva York, Appleton-Century Crofts, 1953.
- * *Readings in Philosophical Analysis*, Herbert Feigl y Wilfred Sellars (compils.), Nueva York, Appleton-Century Crofts, 1953.
- * *Readings in Philosophy of Science*, Philip P. Wiener, ed., Nueva York, Scribner, 1953.
- Reichenbach, Hans, * *Philosophie Foundations of Quantum Mechanics*, 1944, Berkeley y Los Ángeles, University of California Press, 1946.
- Elements of Symbolic Logic*, Nueva York, Macmillan, 1947.
- * *The Rise of Scientific Philosophy*, Berkeley y Los Ángeles, University of California Press, 1951. [Trad. esp.: *La filosofía científica*, México, Fondo de Cultura Económica, 1953.]
- * *The Direction of Time*, Berkeley y Los Ángeles, University of California Press, 1956. Cf. también la recopilación de Ceiger y Scheel.
- Renouvier, Charles, *Les dilemmes de la métaphysique pure* (1901), París, Alcan, 1927. [Trad. esp.: *Los dilemmas de la metafísica pura*, Buenos Aires, Losada, 1944.]
- Rey, Abel, *La théorie de la physique chez les physiciens contemporains* (1907), París, Alcan, 2a. ed. 1923.

- Rosenbloom, Paul C., *The Elements of Mathematical Logic*, Nueva York, Dover, 1950.
- Ruckhaber, Erich, *Des Daseins und Denhens: Mechanik und Metamechanik*, Hirschberg in Schlesien, 1910.
- Russell, Bertrand, * *Our Knowledge of the External World* (1914), Londres, Allen & Unwin, 1952.
- * *Mysticism and Logic* (1918), Londres, Penguin Books, 1953. [Trad. esp.: *Misticismo y lógica y otros ensayos*, Buenos Aires: Paidós, 1951.]
- * *An Outline of Philosophy*, Londres, Allen & Unwin, 1927.
- * *Human Knowledge: Its Scope and Limits*, Londres, Allen & Unwin, 1948.
- Russell, E. S., * *The Directiveness of Organic Activities*, Cambridge, Cambridge University Press, 1945.
- Sánchez, Francisco, *Que nada se sabe (De multum nobili et prima universali scientia quod nihil scitur)* (1581), Buenos Aires, Emecé, s. d.
- Schlick, Moritz, * *Philosophy of Nature* (1936), Nueva York, Philosophical Library, 1949.
- Schopenhauer, Arthur, *Samtliche Werke*, Wiesbaden, Eberhard-Brockhaus, 2a. ed., 1947-1950; especialmente el vol. I, que contiene * *Über die vierfache Wurzel des Satzes von Zureichenden Grunde* (1813). [Trad. esp.: *La cuádruple raíz del principio de razón suficiente*, Buenos Aires, Biblioteca Nueva, 1943.]
- Sexto Empírico, * *Works*, Londres, Heinemann; Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1939-1949, Loeb Classical Library, 4 vols.
- Spencer, Herbert, *First Principles* (1862, 1900), Londres, Watts, 1937.
- Spinoza, Baruch, *Traité de la réforme de l'entendement* (1661), París, Vrin, 1951, texto bilingüe. [Trad. esp.: *La reforma del entendimiento*, Buenos Aires, Aguilar, 1954.]

- * *Éthique* (c. 1666), París, Garbier, 1909, texto bilingüe, [Trad. esp.: Buenos Aires, Aguilar, 1957.]
- Thompson, D'Arcy Wentworth, *On Growth and Form*, Cambridge, Cambridge University Press, 2a. ed., 1942.
- Törnebohm, Häran, *A Logical Analysis of the Theory of Relativity*, Estocolmo, Almqvist & Wiksell, 1952.
- Toulmin, Stephen, *The Philosophy of Science*, Londres, Hutchinson House, 1953.
- Vaihinger, Hans, *Die Philosophie des Als Ob*, Leipzig, Meiner, 4a. ed., 1920.
- Verein, Ernst Mach, *Wissensch ftliche Weltauffassung der Wiener Kreis*, Viena, Artur Wolf Verlag, 1929.
- Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, París, Alcan, 3a. ed., 1938, 3 vols., dirigido por André Lalande.
- Voltaire, *Oeuvres completes*, París, Hachette, 1859-1862, 35 vols.
- Weizsäcker, Carl Friedrich von, * *Zum Weltbild der Physik* (1943), Stuttgart, Hirzel, 5a. ed., 1951.
- Weyl, Hermann, *Philosophy of Mathematics and Natural Science*, Princeton, Princeton University Press, 1949.
- Wisdom, John Oulton, * *Foundations of Inference in Natural Science*, Londres, Methuen, 1952.
- Wittgenstein, Ludwig, *Tractatus Logico-Philosophicus* (1922), ed. rev., Londres, Routledge & Kegan Paul, 1951, texto bilingüe, ed. revisada.
- Philosophical Investigations*, Nueva York, Macmillan, 1953, texto bilingüe.

ÍNDICE

Prólogo a la presente edición	7
Prefacio	9
Reconocimiento	13

Primera parte: Aclaración semántica

1. Causación y determinación, causalismo y determinismo	17
2. Formulaciones del principio causal	56

Segunda parte: Lo que el determinismo causal no afirma

3. Examen de la crítica empirista de la causalidad	89
4. Examen de la crítica romántica de la causalidad	133

Tercera parte: Lo que afirma el determinismo causal

5. La linealidad de la causación	175
6. La unidireccionalidad de la causación	214

7. La exterioridad de la causación	248
8. Causalidad y novedad	282

Cuarta parte:
La función del principio de
causalidad en la ciencia

9. Causalidad y conocimiento racional	315
10. Causalidad y ley científica	349
11. Causalidad y explicación científica	395
12. Causalidad y predicción científica	429
13. El lugar del principio causal en la ciencia moderna	464
Bibliografía	493

Esta edición de 3.000 ejemplares
se terminó de imprimir en
Industria Gráfica del libro S.A.,
Warnes 2383, Buenos Aires,
en el mes de julio de 1997.

Mario Bunge, pensador argentino radicado en Canadá, es internacionalmente reconocido como uno de los filósofos más importantes de la actualidad. Doctor en ciencias físico-matemáticas, ha dado cátedra universitaria en su país natal y también en Alemania, Dinamarca, Suiza, Italia, Estados Unidos, México y Uruguay. Desde 1966 es profesor de filosofía en la Universidad Mc Gill, en Montreal, Canadá. Posee diez doctorados *honoris causa* y tres profesorados honorarios, y es miembro del Institut International de Philosophie, de la Académie International de Philosophie des Sciences y de la Academy of Humanism. En 1982 recibió el premio Príncipe de Asturias en Humanidades y Comunicación y ha sido becario Humboldt, Killam y Guggenheim.

Bunge es autor de más de 500 artículos y de 35 libros sobre física, sociología, teoría de sistemas, teoría del conocimiento, semántica, filosofía de la ciencia, ontología, ética y política científica. Entre sus libros figuran *La ciencia, su método y su filosofía*, *La investigación científica*, *Filosofía de la física*, *Epistemología*, *Ética, ciencia y técnica*, *Intuición y razón*, *Seudociencia e ideología*, *Materialismo y ciencia*, *Ciencia, técnica y desarrollo*, y el *Treatise on Basic Philosophy*, en ocho tomos. El más reciente editado en español es *Sistemas sociales y filosofía*. Algunas de sus obras han sido traducidas al francés, alemán, ruso, polaco, húngaro, portugués, italiano y japonés. Se han publicado dos libros en su homenaje: *Scientific Philosophy Today: Essays in Honor of Mario Bunge* (1982) y *Studies on Mario Bunge's Treatise* (1990). Actualmente está investigando los problemas de la estructura y cambios sociales, así como el de la explicación "mecánica" en las ciencias sociales; también está redactando un diccionario de filosofía. Editorial Sudamericana publicará próximamente *Vistas y entrevistas*, *Sociología de la ciencia y Episodios y reflexiones*.

BIBLIOTECA MARIO BUNGE

Los interrogantes: ¿por qué llovió?, ¿quién robó ese libro? y ¿cuál es la causa y cuál el efecto de la correlación entre la pobreza y la delincuencia? son preguntas por la causa de un acontecimiento o proceso. Tienen interés tanto práctico como teórico y, puesto que el concepto de relación causal se presenta en todos los campos, son de índole filosófica. Por lo tanto, su dilucidación compete a los filósofos.

Cuando apareció el original inglés de este libro, en 1959, la palabra *causalidad* había caído en desuso en los medios científicos y filosóficos. En los primeros se sostenía que la física cuántica había sustituido la causalidad por el azar, y en los segundos se aseguraba que era un concepto “metafísico”, ya que el nexo entre causa y efecto es inobservable. Por estos motivos la publicación de este libro causó cierta sensación en los medios académicos norteamericanos y europeos. Tuvo gran difusión, se tradujo a varias lenguas y hoy se presenta en esta nueva edición revisada por su autor.

El problema de la causalidad sigue teniendo tanta actualidad como cuando Aristóteles lo trató por primera vez. Lo que ha cambiado —y seguirá cambiando— son los planteos del problema y las soluciones que se le han propuesto. Con todo, *La causalidad* —que fue calificado de “clásico moderno”— sigue siendo el único tratado sistemático sobre el tema y, además, el único que se vincula tanto con la ciencia contemporánea como con la historia de las ideas.



ISBN 950-07-1288-1



9 789500 712880 >